

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título
de Ingeniero Electrónico*

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE INVESTIGATIVO:
**“DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO-COMPUTADOR
MEDIANTE LA ANIMACIÓN DE AVATARES GENERADOS A PARTIR DE
FOTOGRAMETRÍA”**

AUTORES:

JUAN DIEGO DELGADO BARRERA
DARWIN DANILO DUCHI FAREZ

TUTOR:

DR. JACK FERNANDO BRAVO TORRES

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Juan Diego Delgado Barrera con documento de identificación N° 0107465494 y Darwin Danilo Duchi Farez con documento de identificación N° 0105972087, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO-COMPUTADOR MEDIANTE LA ANIMACIÓN DE AVATARES GENERADOS A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Electrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, septiembre de 2021.



Juan Diego Delgado Barrera

C.I. 0107465494



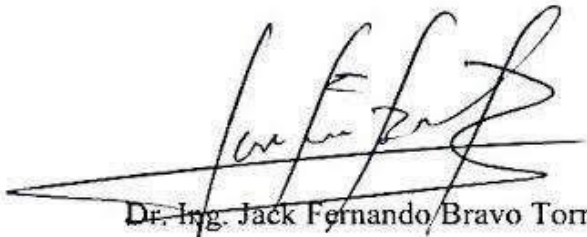
Darwin Danilo Duchi Farez

C.I. 0105972087

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:
“DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO-COMPUTADOR MEDIANTE LA ANIMACIÓN DE AVATARES GENERADOS A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA”, realizado por Juan Diego Delgado Barrera y Darwin Danilo Duchi Farez, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque investigativo* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, septiembre de 2021.



Dr. Ing. Jack Fernando Bravo Torres

C.I. 1103708697

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Juan Diego Delgado Barrera con documento de identificación N° 0107465494 y Darwin Danilo Duchi Farez con documento de identificación N° 0105972087, autores del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO-COMPUTADOR MEDIANTE LA ANIMACIÓN DE AVATRES GENERADOS A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque investigativo*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, septiembre de 2021.



Juan Diego Delgado Barrera

C.I. 0107465494



Darwin Danilo Duchi Farez

C.I. 0105972087

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ingeniero Fernando Guerrero como nuestro cotutor del proyecto quien nos brindó su ayuda y encamino en el desarrollo de nuestra tesis, también a nuestro tutor Jack Bravo.

A mis padres por ser parte importante de mi vida, por todo el esfuerzo y apoyo que me han brindado siempre, sobre todo por ser un excelente ejemplo a seguir.

A mi familia por ser parte muy importante en mi vida, haberme apoyado en las buenas y en las malas, por su paciencia y por su amor incondicional.

A la asociación ADACAPIA, CIMA y al grupo de investigación GI-IATa los cuales nos brindaron su ayuda poder realizar el análisis de nuestro sistema.

Juan Diego Delgado Barrera

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la vida, a mi familia que siempre estuvo presente en toda mi etapa universitaria, en los altos y bajos que se presentaron en el trayecto, agradezco a las personas que me dieron una mano amiga cuando sentía que no podía más, agradezco a Fernando Guerrero, cotutor de la Tesis, quien nos supo entender y encaminar en todo el proceso de desarrollo, también a nuestro Tutor Jack Bravo. Agradezco también a la asociación ADACAPIA, CIMA y al grupo de investigación GI-IATa quienes nos brindaron su ayuda para realizar las pruebas y los respectivos análisis de nuestro proyecto.

Darwin Danilo Duchi Farez

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis Padres por todo el esfuerzo y sacrificio que me han brindado para seguir adelante y buscar superarme. Por su apoyo incondicional, paciencia y amor que me han dado en todo momento.

A mi familia por haberme ayudado siempre y permanecer a mi lado en los momentos cuando más los necesitaba.

Juan Diego Delgado Barrera

Dedico este proyecto a mis Padres Carlos e Hilda, por todo el apoyo brindado, a mi hermana Vilma que siempre estuvo presente y brindándome el apoyo necesario para seguir adelante, y a mi primo † Jonnathan, quien toda una vida fuimos como hermanos, los momentos que quedan marcados en el corazón. Allá en el lugar donde estas, cuida a nuestra familia, como el ángel que siempre demostraste ser en nuestras vidas.

Darwin Danilo Duchi Farez

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XVI
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XVIII
OBJETIVOS.....	XIX
OBJETIVO GENERAL.....	XIX
OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	XIX
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 AUTISMO.....	1
1.1.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	2
1.1.2 EVALUACIÓN DE AUTISMO.....	3
1.1.3 TRATAMIENTOS DEL AUTISMO.....	4
1.1.3.1 INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA COMO TRATAMIENTO PARA EL AUTISMO.....	4
1.1.3.2 TIPOS DE TECNOLOGÍA Y SU FORMA DE APLICACIÓN.....	5
1.2 BENEFICIOS DE LAS TIC EN EL AUTISMO.....	6
1.3 APLICACIONES MÓVILES ORIENTADAS AL AUTISMO.....	7
1.4 AVATARES.....	8
1.4.1 AVATARES E INTERACCIÓN SOCIAL EN ENTORNOS VIRTUALES.....	9
1.5 AVATARES EN EL AUTISMO.....	10
1.6 GENERACIÓN DE MODELO 3D: FOTOGRAMETRÍA.....	11
1.7 RECONOCIMIENTO FACIAL.....	13
1.7.1.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RECONOCIMIENTO FACIAL.....	15
1.7.1.2 ALGORITMOS DE DETECCIÓN FACIAL.....	15

1.8	ANIMACIONES EN TIEMPO REAL	18
CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO		19
2.1	OBTENCIÓN DEL MODELO 3D A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA.....	19
2.1.1	ADQUISICIÓN DE FOTOGRAFÍAS	19
2.1.2	PROCESADO Y RECONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	20
2.2	ELABORACIÓN DE MODELO EN BLENDER Y ANIMACIÓN DEL MODELO 3D.....	23
2.2.1	MODIFICACIÓN DEL MODELO 3D EN BLENDER.....	23
2.2.2	ANIMACIÓN DEL MODELO 3D DEL ROSTRO.....	34
2.3	MODELOS 3D DISEÑADOS PARA NIÑOS CON TEA.....	44
2.4	IMPLEMENTACIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL	44
2.5	SERVIDOR DE VIDEO	57
2.6	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL ENTRENAMIENTO EMOCIONAL	63
2.6.1	EL COLOR AZUL Y EL TEA.....	64
2.6.2	DESARROLLO DE LAS INTERFAZ	64
2.6.2.1	ESCENA PRINCIPAL	66
2.6.2.2	SEGUNDA ESCENA: OPCIÓN DE INTERACCIÓN	67
2.6.2.3	TERCERA ESCENA: OPCIÓN DE MODO DE JUEGO	68
2.6.2.4	ESCENA APRENDIZAJE.....	68
2.6.2.5	ESCENA RECONOCIMIENTO	69
2.6.2.6	ESCENA APRENDIZAJE: EMOCIONES.....	70
2.6.2.7	ESCENA RECONOCIMIENTO: NIVELES DE JUEGO	70
CAPÍTULO 3: PRUEBAS Y RESULTADOS.....		74
3.1	DESCRIPCIÓN DE ENCUESTA.....	74
3.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
3.2.1	GRUPO TD (NIÑOS NEUROTÍPICOS)	76
3.2.1.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CADA PREGUNTA.....	76
3.2.2	GRUPO DE NIÑOS TEA (ASD)	86
3.2.2.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CADA PREGUNTA.....	86
3.3	COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS ENTRE LOS GRUPOS TD Y ASD....	96

3.4 CALCULO DE LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ALFA DE CRONBACH.....	105
3.3.1 GRUPO TD	107
3.3.2 GRUPO ASD.....	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
3.1 CONCLUSIONES	115
3.2 RECOMENDACIONES	117
3.3 TRABAJOS FUTUROS	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
APÉNDICES.....	123
APÉNDICE A: ALGORITMO IMPLEMENTADO CON DATOS DE KEYING SETS PARA EL RECONOCIMIENTO FACIAL	123
ALGORITMO 1: DATOS KEYING SETS RECONOCIMIENTO FACIAL.....	123
ALGORITMO 2: ALGORITMO IMPLEMENTADO PARA LA ELECCIÓN DE UN KEYING SET	
125	
APÉNDICE B: ALGORITMOS IMPLEMENTADOS PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	126
ALGORITMO 1: ALGORITMO DE INTERACCIÓN ENTRE ESCENAS Y ASIGNACIÓN DE TAREAS EN LOS BOTONES	126
ALGORITMO 2: ALGORITMO DE INTERACCIÓN ENTRE ESCENAS EN EL MODO NIVELES DE JUEGO.....	129
ALGORITMO 3: ALGORITMO IMPLEMENTADO PARA LOS TEXTOS FLOTANTES Y EL AUDIO DE LOS BOTONES	131
APÉNDICE C: ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN POST INTERVENCIÓN	132
ENCUESTA 1: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN POST INVERSIÓN TERAPEUTA (TEA)	132
ENCUESTA 2: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN POST INVERSIÓN OBSERVADOR	136
APÉNDICE D: TABLA DE RESULTADOS DE DATOS TRANSFORMADOS	140
TABLA 1: TABLA DE RESULTADOS TRANSFORMADO GRUPO TD.....	140
TABLA 2: TABLA DE RESULTADOS TRANSFORMADO GRUPO ASD	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Apps móviles	8
Figura 1.2 Avatar 3D.....	9
Figura 1.3 Etapas del proceso fotogramétrico.....	9
Figura 1.4 Interacción con Avatares	10
Figura 1.5 Etapas del proceso fotogramétrico.....	11
Figura 1.6 Reconocimiento facial de una Persona	13
Figura 1.7 Animojis que siguen expresiones del rostro	14
Figura 1.8 Rasgos Faciales.....	15
Figura 1.9 Visage SDK	16
Figura 1.10 MediaPipe	16
Figura 1.11 Reconocimiento facial con Face Mesh.....	17
Figura 1.12 Reconocimiento facial con FaceOSC	17
Figura 1.13 Animación en tiempo real.....	18
Figura 2.1 Adquisición de fotografías del rostro de la persona	19
Figura 2.2 Cargado de las fotografías	20
Figura 2.3 Alienación de fotografías.....	20
Figura 2.4 Construcción del modelo en 3D	21
Figura 2.5 Construcción de la malla del modelo.....	21
Figura 2.6 Construcción de la textura del modelo 3D	22
Figura 2.7 Modelo 3D con las texturas cargadas	22
Figura 2.8 Selección de archivo .obj para importar	23
Figura 2.9 Modelo centrado	24
Figura 2.10 Modo Edición	24
Figura 2.11 Selección de partes a eliminar de la malla.....	25
Figura 2.12 Eliminación de las caras del modelo	25
Figura 2.13 Modelo del Rostro	26
Figura 2.14 Perturbaciones en el modelo	26
Figura 2.15 Imperfecciones en la parte lateral izquierda	27
Figura 2.16 Imperfecciones en la parte lateral derecha.....	27
Figura 2.17 Selección de herramienta <i>smooth</i>	27
Figura 2.18 Suavizado de la parte lateral izquierda	28
Figura 2.19 Suavizado de la parte frontal	28

Figura 2.20 Suavizado de la parte lateral derecha.....	29
Figura 2.21 Opción de visualización de las texturas del modelo.....	29
Figura 2.22 Visualización del modelo	30
Figura 2.23 Visualización del modelo en vista frontal	30
Figura 2.24 Vista superior derecha del modelo	30
Figura 2.25 Herramienta Clone.....	31
Figura 2.26 Corrección de texturas con la herramienta Clone.....	31
Figura 2.27 Herramienta de Lampara	32
Figura 2.28 Colocación de lampara frente al modelo	32
Figura 2.29 Configuración de Object Data Properties Light	33
Figura 2.30 Visualización del modelo con iluminación adecuada.....	33
Figura 2.31 Modelo con iluminación en diferentes vistas	34
Figura 2.32 Ventana de Object Data Properties.....	34
Figura 2.33 Creación de Shape Keys	35
Figura 2.34 Expresiones emocionales.....	35
Figura 2.35 Expresiones emocionales.....	36
Figura 2.36 Elección de herramienta de proportional editing.....	36
Figura 2.37 Selección del área de las cejas	37
Figura 2.38 Movimiento Área Seleccionada.....	37
Figura 2.39 Selección y movimiento del área de la entre ceja.....	38
Figura 2.40 selección y movimiento de la parte inferior de los ojos	38
Figura 2.41 Selección de las mejillas.....	39
Figura 2.42 Expresión Enojo	39
Figura 2.43 Expresión felicidad	40
Figura 2.44 Expresión tristeza.....	40
Figura 2.45 Expresión de miedo	41
Figura 2.46 Expresión de confusión.....	41
Figura 2.47 Expresión de Sorpresa	42
Figura 2.48 Levantamiento de ceja derecha.....	42
Figura 2.49 Levantamiento de ceja izquierda	43
Figura 2.50 Apertura de la Boca	43
Figura 2.51 Cierre de ojos.....	43
Figura 2.52 Modelo rostro chico y chica	44
Figura 2.53 Face OSC	45

Figura 2.54	Habilitación de Addons	45
Figura 2.55	Símbolo del Sistema	46
Figura 2.56	Configuración OSC	46
Figura 2.57	Configuración FaceOSC	47
Figura 2.58	Comprobación del protocolo de comunicación OSC	47
Figura 2.59	Avatar importado en el espacio de trabajo	48
Figura 2.60	Creación de plain axes	49
Figura 2.61	Adición de Keying set	50
Figura 2.62	Keyins set importados.....	50
Figura 2.63	Ventana de composition	51
Figura 2.64	Nodo Script.....	52
Figura 2.65	Nodos de conexión de shape keys	53
Figura 2.66	Verificación de funcionamiento boca cerrada	53
Figura 2.67	Verificación de funcionamiento de activación de animación.....	53
Figura 2.68	Levantamiento de cejas.....	54
Figura 2.69	Expresión Enojo	54
Figura 2.70	Apertura de la boca.....	54
Figura 2.71	Expresión Tristeza	55
Figura 2.72	Parpadeo	55
Figura 2.73	Nodos de posicionamiento.....	56
Figura 2.74	Detección del rostro en distintas posiciones en cámara.....	57
Figura 2.75	Modelo Funcionamiento del Sistema	58
Figura 2.76	Esquema de funcionamiento Servidor de Video	58
Figura 2.77	Ventana de configuración de DroidCam	59
Figura 2.78	Información de IP y puerto del móvil.....	59
Figura 2.79	Ingreso de dirección IP del móvil.....	60
Figura 2.80	Cámara del móvil.....	60
Figura 2.81	Previsualización DroidCam Client Ordenador	61
Figura 2.82	Selección de cámara FaceOSC	61
Figura 2.83	Verificación de reconocimiento facial.....	62
Figura 2.84	Pruebas de expresiones con reconocimiento facial	63
Figura 2.85	Escena en blanco de Unity.....	64
Figura 2.86	Interfaz de Unity	64
Figura 2.87	Importancia de Canvas	66

Figura 2.88 Escena Inicial.....	67
Figura 2.89 Segunda Escena, opción de sexo	67
Figura 2.90 Tercera Escena en modo hombre y mujer respectivamente	68
Figura 2.91 Escena de Aprendizaje.....	69
Figura 2.92 Escena de Reconocimiento, juego de niveles desbloqueables.....	69
Figura 2.93 Escena aprendizaje: emociones	70
Figura 2.94 Escena Reconocimiento: Niveles de Juego	71
Figura 2.95 Escena Reconocimiento: Error	71
Figura 2.96 Mensaje de acierto	72
Figura 2.97 Escena de niveles desbloqueados	72
Figura 2.98 Mensaje de Juego Terminado	73
Figura 3.1 Análisis de los niños encuestados grupo TD	76
Figura 3.2 Análisis de la pregunta 1 grupo TD.....	76
Figura 3.3 Análisis de la pregunta 2 grupo TD	77
Figura 3.4 Análisis de la pregunta 3 grupo TD.....	77
Figura 3.5 Análisis de la pregunta 5 grupo TD.....	78
Figura 3.6 Análisis de la pregunta 5 grupo TD.....	78
Figura 3.7 Análisis de la pregunta 6 grupo TD.....	79
Figura 3.8 Análisis de la pregunta 7 grupo TD.....	79
Figura 3.9 Análisis de la pregunta 8 grupo TD.....	80
Figura 3.10 Análisis de la pregunta 9 grupo TD.....	80
Figura 3.11 Análisis de la pregunta 10 grupo TD.....	81
Figura 3.12 Análisis de la pregunta 11 grupo TD.....	81
Figura 3.13 Análisis de la pregunta 12 grupo TD.....	82
Figura 3.14 Análisis de la pregunta 13 grupo TD.....	82
Figura 3.15 Análisis de la pregunta 14 grupo TD.....	83
Figura 3.16 Análisis de la pregunta 15 grupo TD.....	83
Figura 3.17 Análisis de la pregunta 16 grupo TD.....	84
Figura 3.18 Análisis de la pregunta 17 grupo TD.....	84
Figura 3.19 Análisis de la pregunta 18 grupo TD.....	85
Figura 3.20 Análisis de la pregunta 19 grupo TD.....	85
Figura 3.21 Análisis de los niños encuestados grupo ASD	86
Figura 3.22 Análisis de la pregunta 1 grupo ASD	86
Figura 3.23 Análisis de la pregunta 2 grupo ASD	87

Figura 3.24 Análisis de la pregunta 4 grupo ASD	87
Figura 3.25 Análisis de la pregunta 4 grupo ASD	88
Figura 3.26 Análisis de la pregunta 5 grupo ASD	88
Figura 3.27 Análisis de la pregunta 6 grupo ASD	89
Figura 3.28 Análisis de la pregunta 7 grupo ASD	89
Figura 3.29 Análisis de la pregunta 8 grupo ASD	90
Figura 3.30 Análisis de la pregunta 9 grupo ASD	90
Figura 3.31 Análisis de la pregunta 10 grupo ASD	91
Figura 3.32 Análisis de la pregunta 11 grupo ASD	91
Figura 3.33 Análisis de la pregunta 12 grupo ASD	92
Figura 3.34 Análisis de la pregunta 13 grupo ASD	92
Figura 3.35 Análisis de la pregunta 14 grupo ASD	93
Figura 3.36 Análisis de la pregunta 15 grupo ASD	93
Figura 3.37 Análisis de la pregunta 16 grupo ASD	94
Figura 3.38 Análisis de la pregunta 17 grupo ASD	94
Figura 3.39 Análisis de la pregunta 18 grupo ASD	95
Figura 3.40 Análisis de la pregunta 19 grupo ASD	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características Específicas del TEA	2
Tabla 1.2 Clasificación según el número de imágenes empleadas	12
Tabla 1.3 Clasificación según la posición de la cámara y la distancia del objeto.....	12
Tabla 3.1 Cambio a valores cuantitativos	75
Tabla 3.2 Comparación de resultados pregunta 1	96
Tabla 3.3 Comparación de resultados pregunta 2	96
Tabla 3.4 Comparación de resultados pregunta 3	97
Tabla 3.5 Comparación de resultados pregunta 4	97
Tabla 3.6 Comparación de resultados pregunta 5	98
Tabla 3.7 Comparación de resultados pregunta 6	98
Tabla 3.8 Comparación de resultados pregunta 7	99
Tabla 3.9 Comparación de resultados pregunta 8	99
Tabla 3.10 Comparación de resultados pregunta 9	100
Tabla 3.11 Comparación de resultados pregunta 10	100
Tabla 3.12 Comparación de resultados pregunta 11	101
Tabla 3.13 Comparación de resultados pregunta 12	101
Tabla 3.14 Comparación de resultados pregunta 13	102
Tabla 3.15 Comparación de resultados pregunta 14	102
Tabla 3.16 Comparación de resultados pregunta 15	103
Tabla 3.17 Comparación de resultados pregunta 16	103
Tabla 3.18 Comparación de resultados pregunta 17	104
Tabla 3.19 Comparación de resultados pregunta 18	104
Tabla 3.20 Comparación de resultados pregunta 19	105
Tabla 3.21 Rango de calificación.....	106
Tabla 3.22 Estadística descriptiva de evaluación de la percepción de los niños	107
Tabla 3.23 Estadística descriptiva de evaluación del observador	108
Tabla 3.24 Varianzas Resultantes Grupo TD Niños	109
Tabla 3.25 Varianzas Resultantes Grupo TD Observador	109
Tabla 3.26 Resultados de Alfa de Cronbach grupo TD	110
Tabla 3.27 Estadística descriptiva de percepción de niños ASD	111
Tabla 3.28 Estadística descriptiva de evaluación de la evaluación Terapeuta.....	112
Tabla 3.29 Varianzas Resultantes Grupo ASD Niños	113

Tabla 3.30 Varianzas Resultantes Grupo ASD Observador	113
Tabla 3.31 Varianzas Resultantes Grupo ASD Observador	114

GLOSARIO

APIs	Interfaz de programación de aplicaciones: son un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar software de las aplicaciones.
Avatar	Representación gráfica que se asocia a un usuario para su identificación en el mundo virtual
GPU	Unidad de procesamiento gráfico, coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos y operaciones de coma flotante, para aligerar la carga de trabajo de procesador central.
AR	Realidad Aumentada.
Estereoscópica	Capacidad que tiene el ser humano de integrar en una sola imagen tridimensional.
Hardware	Todos los componente materiales y físicos de un dispositivo.
Software	Conjunto de instrucciones, programas y reglas informáticas que el equipo requiere para su funcionamiento
HCI	Interfaz Humano-Computador
TIC	Tecnología de la información y comunicación
UI	Interfaz de usuario
GameObject	Contenedor de objetos
Addons	Complemento de software que permite ampliar sus funcionalidades.
TEA/ASD	Trastorno de Espectro Autista
TD	Niños Neurotípicos

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar, implementar y probar una interfaz humano computador mediante la animación de avatares generados a partir de fotogrametría, estableciendo distintas emociones y representarlas en los avatares generados para luego usarlas en una aplicación de entrenamiento emocional.

En el primer capítulo, se realiza una revisión teórica de todo lo relacionado al Tea, así como las nuevas tecnologías que se están utilizando para ayudar en este trastorno, la mayoría de ellas basadas en avatares. Así también detalla las técnicas utilizadas para la recreación de estos avatares, tales como la fotogrametría, reconocimiento de marcas faciales, formas de expresión de las emociones, programación móvil entre otras.

El segundo capítulo está enfocado a la explicación a detalle de cada uno de los procesos seguidos para llevar a cabo la creación del avatar, así como la creación de las marcas faciales y los puntos que se usaron para generar las expresiones, su animación en tiempo real a través de la cámara y posteriormente la creación de una aplicación móvil orientada al entrenamiento emocional usando las expresiones emocionales de los avatares.

El tercer capítulo se centra en el diseño del experimento, tanto en las pruebas realizadas en la animación en tiempo real, como el proceso de entrenamiento emocional llevado a cabo en niños con autismo siguiendo un modelo de encuesta para aun análisis de los resultados.

Finalmente, en el cuarto capítulo se presentan las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros que se puedan realizar a partir de este proyecto.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto “Desarrollo de una interfaz Humano-Computador mediante la animación de avatares generados a partir de fotogrametría” propone un nuevo sistema de interacción persona- máquina, creando avatares 3D muy realistas mediante técnicas de fotogrametría. Buscando generar un nuevo nivel de interacción para niños y niñas con TEA, debido a que las personas que presentan este trastorno han demostrado una gran afinidad a las interacciones virtuales, debido a que tienen mucho interés sobre la tecnología, juegos de interacción y avatares 3D.

El problema que presentan las personas con TEA es el miedo de interacción social y la dificultad de expresarse y reconocer emociones. Razón por la cual el enfoque de este proyecto se basa en dos puntos específicos: el primero es la interacción con avatares realistas para que la persona con TEA se sienta cómodo al interactuar con estos personajes, con el objetivo de prepararlo para una interacción social en la vida real. El segundo es un entrenamiento emocional mediante una aplicación móvil, donde el usuario con TEA observará distintos tipos de emociones expresadas en el rostro de los avatares generados para que pueda percibir emociones y al mismo tiempo poder expresarlas.

En primera instancia se realizaron pruebas con la aplicación móvil con 2 grupos diferentes de niños: el primer grupo se basó en niños neurotípicos y el segundo grupo se basó en niños con TEA, esto con el objetivo de medir la aceptación de la aplicación y comprobar el interés que tienen los niños al interactuar con este tipo de avatares.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

La inserción de herramientas tecnológicas en los diversos procesos diarios ha provocado que las personas interactúen con computadores varias horas al día. Los investigadores y desarrolladores buscan constantemente formas de interacción que resulten amigables y saludables para las personas. En este contexto, surge una línea de investigación de gran interés que consiste en la Interacción Humano-Computador (HCI, por sus siglas en inglés). El HCI es el estudio sobre cómo se diseñan, implementan y usan los sistemas informáticos interactivos y la manera que influyen los ordenadores en los individuos, las organizaciones y la sociedad [1]. Consta de tres componentes que son los usuarios, los ordenadores y las interacciones entre ellos. A partir de esto, la HCI se ha convertido en una base para trabajo [2], telepresencia [3], turismo, fines comerciales, terapias, educación, entretenimiento, entre otras aplicaciones.

El foco de estudio del HCI se ve orientado al trabajo alrededor de aplicaciones de software utilizando computadores, y sus periféricos como intermediarios. Sin embargo, con el crecimiento de las posibilidades que en términos de hardware y software existen hoy en día, esta definición puede ampliarse [2]. Una de las maneras de generar una HCI amigable y aceptable es mediante el uso de Avatares, con los que las personas pueden sentir mayor identificación y familiaridad. Un avatar es una representación gráfica de una persona real en un mundo virtual, los cuales son utilizados como una imagen de alter ego o personaje en mundos virtuales, redes sociales, webs y comunidades. Hoy en día se hace uso de avatares digitales encarnados por personas en entornos que pretenden simular un ambiente lo más real posible. Gracias a este tipo de tecnologías se pueden asistir a eventos virtuales, recibir clases particulares, tener avatares como guías turísticas, ser parte de un videojuego, etc. Se puede lograr una interacción con otras personas en tiempo real con avatares personalizados, que hablan con nuestra voz y realizan nuestros movimientos. [2]

El término de interacción virtual hoy en día resulta muy común, siendo este uno de los grandes medios de comunicación para las personas. El desarrollo de esta tecnología ha permitido que las personas vean este medio de interacción como uno de los más importantes; por lo que exige cada vez más estudios e investigaciones o proponer nuevas técnicas de manera que se puedan crear nuevas y mejores formas de interacción

y puedan ser implementados en más áreas de trabajo. Frente a esta exigencia la interacción virtual plantea representarse no solo como espacio de enseñanza sino como algo más parecido a la realidad, conllevando una video llamada normal a un nuevo nivel de experiencia haciendo uso de diferentes técnicas como el reconocimiento facial, la fotogrametría, la animación y el modelado 3D. Permitiendo que una persona pueda representarse en un avatar que copie todos sus rasgos físicos y movimientos en tiempo real. [3]

El desarrollo psicomotor designa la adquisición de habilidades que se observa en el niño de forma continua durante toda la infancia. Corresponde tanto a la maduración de las estructuras nerviosas (cerebro, medula, nervios y músculos) como el aprendizaje que el niño hace descubriéndose a sí mismo y al mundo que lo rodea. [3]

Desarrollo psicomotor se refiere a esta adquisición de habilidades, es un proceso continuo y dinámico que refleja que el sistema nervioso central del niño que está madurando. [3]

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

Dentro del contexto antes mencionado, lo que se busca con este proyecto es convertirse en una herramienta para el modelado en 3D de personas, de manera que podamos conceptualizarlos en un entorno virtual; dando un mayor realismo en la creación de avatares y permitiendo crear un canal de interacción social por video llamada, que puede ser usadas en las distintas áreas antes mencionadas.

Esta herramienta, será un soporte que mejore los entornos de interacción con elementos virtuales completamente personalizados a partir de las características físicas de las personas, evitando la generalización de avatares que restan pertenencia. Las aplicaciones donde la herramienta propuesta puede ser utilizada son diversos y no existe registro de un trabajo similar. Además de generar interfaces propias que puedan ser usadas libremente ya sea dentro o fuera de la Universidad Politécnica Salesiana.

El proyecto de HCI mediante la animación de avatares creados a partir de fotogrametría es usado para una representación virtual de una persona en 3D. Tiene varias ventajas y muchas áreas de aplicación, en primera instancia serán utilizados dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, para fines de investigación dirigido para el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología de Asistencia (GI-IATa). Indirectamente, también pueden ser beneficiarios todas las personas que formen parte del grupo GI-IATa y escuelas o instituciones que busquen maneras novedosas de interactuar con sus alumnos. Si lo enfocamos en un área comercial, pueden ser utilizados para acciones publicitarias, reuniones o agentes de asistencia para instructivos, capacitaciones, entre otros. El proyecto tiene gran potencial para ser aplicado en terapias de interacción social con niños con Trastorno del Espectro Autista, buscando superar la barrera de comunicación propia de este trastorno del neurodesarrollo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una interfaz Humano-Computador mediante la animación de avatares generados a partir de fotogrametría para aplicarlo en entrenamiento emocional en niños con Trastorno del Espectro Autista.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Generar un proceso para la adquisición de fotografías del modelo humano, para la generación de avatares en 3D a partir de tecnología de fotogrametría.
- Obtener marcas faciales mediante el desarrollo de una aplicación de visión artificial, para utilizarlas en el proceso de animación de los avatares.
- Animar los avatares utilizando marcas faciales para transmitir los movimientos del modelo humano en vivo para una interacción fluida.
- Probar el funcionamiento de la interfaz de interacción humano-computadora dentro de una Red LAN con servidor de video.
- Desarrollar una aplicación móvil para el entrenamiento emocional.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los avatares creados a partir de personas están buscando un nivel muy alto de realismo, lo cual ha facilitado la comunicación y comprensión en una interacción humano-computador, logrando que la persona se sienta segura y cómoda al hablar con el avatar. Hoy en día estos avatares están siendo utilizados en diversas aplicaciones, como en este caso para terapias orientado a niños con TEA, con la finalidad de ayudar en su interacción social.

1.1 AUTISMO

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) o por sus siglas en inglés ASD es una afección neurológica que dificulta la comunicación y la interacción social. Las personas que presentan este trastorno tienen problemas en percibir y socializar con las demás personas, presentando también modelos de conducta reservados o repetitivos. Su término “espectro” en el nombre, significa que varían en sus capacidades y necesidades, teniendo un amplio número de síntomas y gravedad, pudiendo evolucionar con el tiempo [4].

El TEA se presenta en los primeros años de la infancia con varias afectaciones que anteriormente se las tomaba de forma independiente, tales como el trastorno autista, síndrome de Asperger, trastorno desintegrativo infantil o generalizando, el trastorno del desarrollo. Los problemas más grandes que presentan este tipo de personas a nivel de interacción son la dificultad de mantener una conversación, dificultad para comprender las conductas verbales y no verbales usadas por las otras personas, dificultad para interactuar con varias personas a la vez. Muchas veces quieren relacionarse, pero no saben cómo hacerlo, llevándolos a encontrarse solos. Dentro de la comunicación social tienen dificultad para ajustar su comportamiento a distintos contextos, falla de expresión y reconocimiento de las emociones [5].

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud, se estima que uno de cada 160 niños presenta TEA, aunque en algunos estudios sumamente controlados las cifras son mucho mayores. El TEA se presenta sin distinción de raza, etnia o clases social, siendo mucho más frecuente 4 veces más en niños que en las niñas. Sus causas se basan en la existencia de múltiples factores, genéticos y ambientales, pero ninguno

relacionado a la educación o circunstancia social. Anteriormente se creía que las vacunas contra el sarampión, la parotiditis y la rubéola tenían una relación causal con el TEA, sin embargo, los estudios que señalaban esta relación estaban repletos de errores metodológicos [6] [7].

Investigaciones han demostrado que los tratamientos a temprana edad pueden mejorar su desarrollo, mostrando que la tecnología es una gran herramienta para el manejo de esta condición. El uso de avatares o agentes virtuales facilita la expresión y confianza de los niños con TEA, debido a su gran interés hacia ellos, así como su gran concentración al a hora de interactuar con ellos [8] [9].

1.1.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

El autismo se basa en varios trastornos y series de conductas más específicas, aunque en ninguna es parecida, todas son diferentes, pero en su mayoría comparten características específicas, es decir tienen una similitud con respecto a otros trastornos. Las características se presentan en la tabla 1.1 [10].

Tabla 1.1 Características Específicas del TEA

Fuente: [10]

Lenguaje y comprensión	Carencia de flexibilidad y adherencia a rutinas
<ul style="list-style-type: none"> • Poca habilidad para la comunicación no verbal. • Lenguaje repetitivo o rígido. (por ejemplo, alteraciones sintomáticas caprichosas). • Eco o repetir las frases de otras personas. • Propensión a comprender el lenguaje de una forma literal. • Confusión de pronombres personales • Carencia de atención al lenguaje. • Carencia de relevancia en su lenguaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Persistencia absoluta del ambiente • Resistencia a cumplir rutinas. • Aspiración ansiosa y obsesiva de mantener la invariabilidad. • Atracción por imitar patrones de conductas fijas. • Comportamiento repetitivo. • Deseo de mantener los objetos en una posición fija. • Intranquilidad y miedo por los movimientos de sus manos. • Sacudida de las manos.

<ul style="list-style-type: none"> • Anomalías prosódicas. • Anomalías pragmáticas. • Lenguaje limitado. • Vocalización sin lenguaje. • Retraso en el desarrollo del habla. • Lenguaje caracterizado por su carácter memorístico y repetitivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cotoneo repetitivo. • Movimiento ansioso de sus manos • Caminar en puntillas • Girar objetos de forma constante. • Alinear juguetes u objetos obsesivamente.
--	--

1.1.2 EVALUACIÓN DE AUTISMO

Para un diagnóstico de autismo se enfoca en una variedad de habilidades y discapacidades, es por esto que el trastorno es muy diferente de un niño a otro, muchos expertos que investigan este trastorno, indican que muchas personas dicen conocer a un niño con autismo, pero mencionan que solo conocen a un solo niño con autismo [11].

En cualquier trastorno psicológico, lo primero que se realiza es un diagnóstico completo. Considerando que para una evaluación autista requiere una amplia o una manera natural evitando que esto influya en su conducta rutinaria. Esto se basa en observaciones detalladas lo más natural posible de los aspectos afectivo-relacionales, comunicativos y de aprendizaje, como también aspectos de interacción social, comunicación, actividades e intereses de la persona a ser analizada [11].

La participación de los padres siempre es de mucha utilidad en varias partes de la evaluación, dado a que ellos siempre están presentes en las actividades que el niño realiza en su diario vivir, entonces al estar ahí la conducta del niño se enfocará mucho más a sus acciones habituales. Varios investigadores de este trastorno afirman que es muy efectivo utilizar observaciones semiestructuradas, que permitan simplificar las variables a observar y comparar diferentes casos entre sí. Los pasos a seguir en un proceso diagnóstico de estos casos son cuatro [11]:

- Recoger información pertinente a través de la historia clínica detallada del individuo.
- Administrar pruebas que nos permitan conocer mejor la sintomatología y el perfil psicopatológico completo de la persona.
- Evaluación psiquiátrica y biomédica

- Elaboración y entrega de un informe personificado.

El historial clínico se basa en recompilar la información relativa a como la persona ha evolucionado desde el periodo perinatal que abarca desde las 22 semanas de gestación hasta el momento actual, lo cual va a facilitar tanto la selección y aplicación de las pruebas. La evaluación psicológica tiene como principal objetivo establecer el diagnóstico diferencial, ya sea entre los distintos tipos de TEA, como entre los otros trastornos del desarrollo, también evolución psiquiátrica el establecimiento del diagnóstico, considerando, sobre todo, si coinciden los síntomas múltiples que ya se tienen como preestablecidos [11].

1.1.3 TRATAMIENTOS DEL AUTISMO

No existe una cura exacta para el autismo. Ya que hay diferentes tipos de comportamiento y acciones tomadas por los niños que padecen de esto, teniendo en cuenta que ningún niño con TEA es igual a otro, pudiendo compartir mismos trastornos, pero siempre con alguna diferencia. Lo que hay son tratamientos basados para cada necesidad de cada niño es específico. Pueden enfocarse a terapias del habla, terapias físicas o hacerlos asistir a la escuela para obtener el conocimiento necesario dependiendo del nivel de autismo del niño o niña [12].

El TEA dura toda la vida, no existen medicamentos que puedan curar ni tratar los síntomas principales. Por tanto, un objetivo con esta población es mejorar su calidad de vida, incrementando sus posibilidades de comunicación con los demás, para que pueda solicitar lo que necesita y comprender a las personas que le rodean. Para estos aspectos la rehabilitación es un punto clave [12].

1.1.3.1 INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA COMO TRATAMIENTO PARA EL AUTISMO

Computadoras, tabletas y celulares, los dispositivos tecnológicos más usados hoy en día han sido de mucha ayuda para el tratamiento del TEA. Muchos niños que presentan TEA demuestran el agrado e interés hacia estos dispositivos para una interacción, con sus aplicaciones y juegos. Estos dispositivos le dan al niño una gran concentración para que ellos puedan estar en sus tareas por un periodo de tiempo bastante largo. Los niños con TEA tienen más percepción de aprendizaje a través de estos dispositivos, el uso de imágenes, juegos, muecas o gestos son una forma de llamar la atención y hacer que el niño disfrute mientras aprende [13].

1.1.3.2 TIPOS DE TECNOLOGÍA Y SU FORMA DE APLICACIÓN

Investigadores, instituciones y universidades han obtenido un gran interés por el estudio de la tecnología aplicada al tratamiento del TEA, por ello se han comprometido a desarrollar todo tipo de aplicaciones para el uso de las personas con TEA. Hoy en día existe una gran variedad de tecnologías que se pueden utilizar para tratar con dichas personas, desde aplicaciones para jugar desde el teléfono móvil Android o Apple, hasta aplicaciones de computadoras que en los últimos años también han llegado a usar la realidad virtual [14].

Las aplicaciones destinadas a la ecuación a niños con TEA deben ser muy sencillas e intuitiva para su uso, no debe tener animaciones que puedan ser distractoras para que el usuario pueda enfocarse en el funcionamiento de la app y hacer del mismo el uso correcto para su correcto aprendizaje. Muchas aplicaciones se enfocan en apoyos visuales para la realización de las tareas del usuario, un aprendizaje muy expresivo y sencillo, con puntos y actividades bien definidas, con opciones para que puedan ser ajustadas a cada persona. Desarrolladores de este tipo de aplicaciones mencionan que las mismas deben tener un amplio menú de configuración para que se pueda obtener el máximo provecho con los niños con TEA [14].

El uso correcto de la tecnología tiene un amplio menú que se puede seguir, se deben usar aplicaciones que encajen mejor con las cualidades y características de la persona, así como sus necesidades y habilidades. Hay que tener presente el nivel de desarrollo de la misma y el nivel de aprendizaje que el niño o niña con TEA posee. Es sumamente importante diseñar una interfaz llamativa, pero no tan extravagante, recordando que las personas con TEA suelen reaccionar mal a distintos tipos de colores, combinaciones, tipos de animaciones. Las aplicaciones deben tener un tipo de refuerzos en aciertos y errores para motivar al niño niña, haciéndola sentir bien y cómodo [14]

Es muy importante tener en cuenta que las aplicaciones al no ser usadas correctamente pueden tener un impacto negativo en las personas con este trastorno. Autores e investigadores mencionan 4 tipos de aplicaciones que han tenido una buena acogida de la comunidad autista, y que ha generado grandes resultados, las cuales se basan en:

- Aplicaciones destinadas a comunicación y lenguaje
- Aplicaciones que se enfocan en la conciencia del propio cuerpo
- Aplicaciones dirigidas al entrenamiento emocional e imaginación
- Aplicaciones enfocadas a las habilidades sociales

1.2 BENEFICIOS DE LAS TIC EN EL AUTISMO

El tratamiento de las personas con TEA a través del uso de los dispositivos electrónicos, han mostrado grandes resultados en varios aspectos referidos a la calidad de vida tanto de las personas con TEA, así como de sus Familiares. Juegos de interacción, han hecho que los niños y niñas con TEA puedan aplicar esas interacciones en la vida real, haciéndolas más sociables y agradables en cuanto a hablar se trata. Generando así mayor confianza en ellos y menos ansiedad a la hora de participar de una manera activa en su vida. La motivación y atención es la clave para obtener buenos resultados de estas aplicaciones, el uso de las Tabletas ha demostrado un impulso de desarrollo de la comunicación del niño, así como una mejora y aumento de sus expresiones [14].

El tratamiento con la ayuda es estas tecnologías los entrena y prepara para distintos tipos de situaciones reales en su vida social, si el niño esta interactuando con aplicaciones que simulan una conversación con avatares en 3D, le será muy fácil y familiar mantener una conversación en la vida real. Está comprobado científicamente que los niños con TEA son atraídos por la música, efectos de sonido y los videojuegos, así como también los personajes animados o guías que pueden controlar ellos mismos [14].

Las TIC ofrecen un mundo de información, sobre todo visual, beneficioso para las personas con TEA, ya que procesan de manera más rápida la información que reciben de manera visual que de manera auditiva. Además, si esta información visual se presenta en forma llamativa al usuario, facilitará su estructuración del pensamiento y aprendizaje, ayudando al desarrollo de sus habilidades sociales, aprenderá a comunicarse y relacionarse con las personas que lo rodean [14].

Si nos enfocamos a los distintos tipos de habilidades que se pueden conseguir a través del uso de las TICs, pueden también mejorar su autonomía y su ubicación tiempo espacio. Pero todo esto se debe tener un control estricto y moderado para evitar generar una dependencia de estos dispositivos. Su uso y beneficio dependerá de la

manera que estos recursos sean usados. Si se quieren ver cambios en el aprendizaje de las personas con TEA, se deberá usar estrategias para el uso de estas aplicaciones, para así obtener buenos resultados [14].

1.3 APLICACIONES MÓVILES ORIENTADAS AL AUTISMO

El problema más grande que presentan los niños con TEA es la dificultad de expresarse, por lo general viven dentro de su propio mundo donde no toleran el contacto ya sea visual físico o expresivo, por ello interactuar con una persona en su entorno es algo que ellos no pueden, cuando una persona le sonrío o le quiere estrechar la mano ellos se sentirán incómodos y en muchos de los casos con miedo, no suelen reconocer las expresiones emocionales y el contacto visual. [15]

Las nuevas aplicaciones que hoy en día se presentan pueden ser de mucha ayuda para los niños con TEA, como también para sus familiares, brindan un apoyo de comunicación entre ellos con su familia, o si presentan algún retraso en el desarrollo de su lenguaje, también los ayudan a prepararse cuando se les presente una situación estresante en su diario vivir, a manejar las distintas situaciones sociales con tranquilidad alegría y comodidad, por ello las aplicaciones pueden entrenarlos para que así controlen su hablar, su forma de expresarse con los movimientos o con la manipulación de objetos [15].

Lo más llamativo de las aplicaciones es su diseño dependiendo a que va orientado, por lo general debe ser muy sencillo y fácil de manejar, para que se adapten a cualquier edad, deben ser interactivas e intuitivas para que capten la atención desde el comienzo de su uso, otro de los requisitos que deben cumplir este tipo de aplicaciones orientadas al TEA es que tengan un menú controlable para que se pueda adaptar a las necesidades de cada niño o niña [15].



Figura 1.1 Apps móviles

Fuente: [16]

Los resultados que ha brindado este tipo de aplicaciones son sumamente positivos, ha sido posible mejorar las habilidades de comunicación de los niños con TEA, alcanzando incluso su máximo potencial, muchas de estas aplicaciones aplicadas en interacción social y reconocimiento de emociones. Una implicación directa y activa de la familia puede facilitar con mayor rapidez la adaptación del niño o niña a su entorno social [15].

1.4 AVATARES

Hoy en el siglo XXI la tecnología se integra en las actividades cotidianas, conquistando varios ámbitos de vida, cambiando el modo de sentir, pensar y actuar con nuevos modelos de aprendizaje y enseñanza, con ello se crean los avatares.

Los avatares intentan cambiar la relación entre el hombre y el computador, dando a la maquina una personificación animada con una cara humana realista, asignando un dialogo natural con gestos y lenguaje corporal para un mayor enganche de las personas con la tecnología. Busca integrar una nueva forma de integración en las personas, ya sea a nivel profesional o educativo. Estos avatares son empleados en diversas ramas para lograr una interacción persona – maquina con un nuevo espacio dinámico, llamativo y entretenido. [17] [18].



Figura 1.2 Avatar 3D

Fuente: Autor

1.4.1 AVATARES E INTERACCIÓN SOCIAL EN ENTORNOS VIRTUALES

Los avatares pueden ser creados de acuerdo a las necesidades y características en la cual sean aplicados, por ser personajes virtuales pueden ser representados por el cuerpo entero, o únicamente la cabeza para una simulación facial. Las personas buscan interactuar con un nivel de realismo muy alto, muchos estudios demostraron que el realismo de un personaje es un principal factor a la hora de una interacción virtual, debido a que el usuario se siente más cómodo y atento a los movimientos del avatar con mucha concentración en la interacción. Por ello hoy en día los creadores de avatares se enfocan más en dos campos: su apariencia y la forma en la que expresa sus emociones al hablar [17].



Figura 1.3 Etapas del proceso fotogramétrico

Fuente: [19]

Los avatares están ganando bastante terreno, ya sea como materiales de estudio, entretenimiento o uso terapéutico. A nivel de la web un avatar puede ser usado como asistente, acompañante o guía de algún tipo de proceso o juego. Para un enganche con

el usuario, el avatar debe tener sincronización del habla con su animación facial y la expresividad de sus emociones [17]. Los entornos virtuales pueden ser softwares, programas o sistemas con espacios alojados en la web con un conjunto de herramientas para crear una interacción didáctica. Se basan en espacios 3D que permiten a los usuarios interactuar entre sí, utilizar, crear, intercambiar objetos o establecer una conversación [18].

1.5 AVATARES EN EL AUTISMO

Como se menciona anteriormente, los avatares juegan un papel fundamental en el tratamiento en niños con TEA, debido a sus diseños llamativos, realistas, por lo general los avatares sirven como:

- Guías de tareas o juegos
- Personas para una interacción virtual
- Animaciones realistas para el entrenamiento emocional.

Al aplicarlos en terapias, hacen que los niños y niñas con Tea generen confianza, puedan interactuar, y sobre todo el aprendizaje y reconocimiento de las emociones, ahora se está trabajando con avatares generados a partir de fotogrametría, que quiere decir que son generados a través de fotografías de una persona real para sacar un modelo humanoide en 3D lo más parecido posible a la persona. Haciendo que el niño con TEA pueda sentirse cómodo interactuando con la persona virtual y no tenga ningún inconveniente a la hora de interactuar con una persona real, un claro ejemplo se observa en la figura 1.4 [20].



Figura 1.4 Interacción con Avatares

Fuente: [21]

Hay niños con TEA que interactúan solo con sus padres, en cambio otros que solo se relacionan con personajes artificiales como avatares, muchas veces se quiere crear un rol de confianza con sus padres como con sus demás familiares, incluso a la hora de recibir terapia, se cierran completamente y no interactúan. Ahí se aprovecha los avatares realistas, se puede crear un modelo de la persona que tiene confianza, con las mismas características físicas que destaca la fotogrametría. Para que otra persona o un terapeuta pueda hablar a través de ese avatar con el niño, se usan modelos de reconocimiento facial y animación en tiempo real, para que el terapeuta pueda controlar el avatar [20].

1.6 GENERACIÓN DE MODELO 3D: FOTOGRAMETRÍA

La fotogrametría se puede definir como la técnica cuyo objetivo es la reconstrucción tridimensional de un objeto a partir de mediciones realizadas sobre imágenes fotográficas de dicho objeto, sin ningún tipo de contacto físico con él [22].

Si trabajamos con una fotografía se puede obtener información de la geometría del objeto, es decir obtener información bidimensional. Al trabajar con dos fotografías, en la zona común de esta llamada zona de solape, podemos obtener información tridimensional del objeto. La figura 1.5 muestra las diferentes etapas para el proceso fotogramétrico.

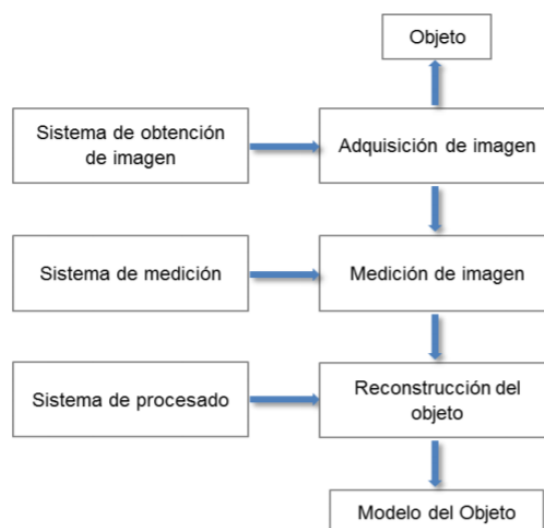


Figura 1.5 Etapas del proceso fotogramétrico

Fuente: [22]

Dentro de la Fotogrametría se pueden establecer clasificación en función de diferentes criterios como son según el número de imágenes y según la posición de la cámara y la distancia del objeto, como se pueden observar en las siguientes tablas 1.1 y 1.2:

Tabla 1.2 Clasificación según el número de imágenes empleadas

Fuente: [22]

Fotogrametría con una sola imagen	<ul style="list-style-type: none"> • Procesado de una sola imagen
Fotogrametría estereoscópica	<ul style="list-style-type: none"> • Procesado de pares de imágenes estereoscópicas
Fotogrametría multi-imagen	<ul style="list-style-type: none"> • Procesado de más de 2 imágenes

Tabla 1.3 Clasificación según la posición de la cámara y la distancia del objeto

Fuente: [22]

Fotogrametría espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes obtenidas desde satélites
Fotogrametría Aérea	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes obtenidas desde plataformas aerotransportadas
Fotogrametría terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes obtenidas desde la superficie terrestre
Fotogrametría de un objeto cercano	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes obtenidas a una distancia inferior a 300 m
Macro Fotogrametría	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes de microscopio
Cartografía móvil	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de datos desde vehículos en movimiento

Las técnicas fotogramétricas, en cuanto a bases matemáticas se refiere, son conocidas ya hace bastante tiempo, siendo usados en diferentes aplicaciones como vuelos aéreos, reconstrucción de paisajes, cartografía, topografía, etc. Actualmente haciendo uso de la fotografía digital podemos calcular la estimación de la posición de la cámara respecto al objeto real a obtener [23]. Esta técnica por lo tanto nos proporciona un modelo de la realidad en forma de puntos y polígonos, que luego podemos escalar para conseguir una malla completa [23].

Actualmente con el aumento de la potencia de cálculo en los procesadores y, sobre todo de las GPU (Graphics Processing Unit) de las tarjetas gráficas de los computadores, es posible que existen múltiples soluciones que son relativamente baratas para implementar reconstrucciones 3D a partir de un conjunto de fotografías [23].

Entre los diferentes Software usados para fotogrametría están:

- Autodesk Recap
- Agisoft Metashape
- AliceVision Meshroom
- Pix4D
- PhotoModeler Technologies
- Capturing Reality
- Regard3D
- 3DF Zephyr
- WebODM
- Trimble Inpho

1.7 RECONOCIMIENTO FACIAL

Los sistemas empleados en el reconocimiento facial han mejorado considerablemente con el paso del tiempo, esto debido a que a que juegan un papel central de nuestras sociedades. Debido a esto sea han invertido altos esfuerzos económicos, de manera que puedan desarrollar y generar nuevas tecnologías que puedan ser usados en diferentes aplicaciones que emplean reconocimiento facial para diferente caso de uso, llegando a poder usar esta tecnología en el día a día en nuestros dispositivos móviles o computadores, se muestra un ejemplo de reconocimiento de puntos faciales en la figura 1.6.

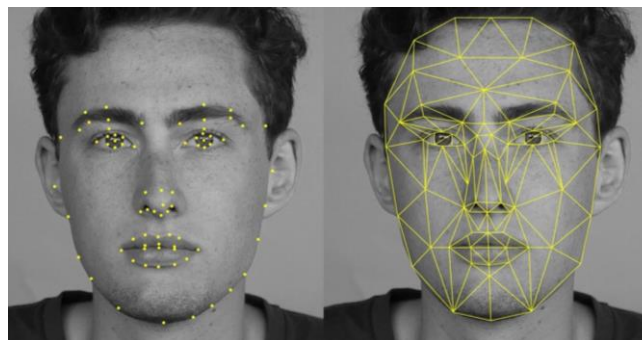


Figura 1.6 Reconocimiento facial de una Persona

Fuente: [24]

El reconocimiento facial nos permite identificar características físicas o rasgos de un sujeto las cuales pueden ser identificadas a través de una imagen, video o cualquier otro elemento visual de su rostro.

El procedimiento para el reconocimiento facial tan sólo hace uso de cualquier dispositivo que disponga de tecnología fotográfica digital, cámara, para poder generar y obtener las imágenes y datos necesarios para crear y registrar el patrón biométrico facial del sujeto a identificar [25].

El uso de esta tecnología actualmente, es más amplio de lo que se cree. Esto podemos observarlo por ejemplo como control de acceso de manera que podamos identificar la identidad de una persona, sistemas de seguridad, aplicaciones móviles o en diferentes redes sociales como Snapchat o Instagram que utilizan el reconocimiento facial para el uso avatares o filtros. O como el caso de Apple que ha implementado esta tecnología en sus teléfonos móviles iPhone X, permitiendo hacer uso como método de seguridad o inclusive para la creación de “Animojis” que son avatares que siguen las expresiones del rostro, véase la figura 1.7.



Figura 1.7 Animojis que siguen expresiones del rostro

Fuente: [26]

El rostro humano nos proporciona gran cantidad de información con respecto a un sujeto. Un rostro aloja diferentes rasgos significativos como las orejas, cejas, ojos, nariz, boca los cuales podemos observar en la figura 1.8. De los cuales un sistema de reconocimiento facial puede aprovechar de estas características.



Figura 1.8 Rasgos Faciales

Fuente: [27]

1.7.1.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RECONOCIMIENTO FACIAL

El uso de esta tecnología nos brinda características que podemos considerar de manera favorable, la cual le convierte en un método viable para ser usado en diferentes ámbitos de trabajo. Algunas de estas características son: [26]

- **Simetría:** Las tareas de localización o extracción de distancias se pueden beneficiar del rasgo de un rostro, ya que tiene un componente de simetría de alto nivel.
- **Disponibilidad extendida:** Al ser usado la cara de una persona como método de reconocimiento básico del ser humano, nos permite que existe una gran disponibilidad de bases de datos. Permitiendo múltiples investigaciones que han dado como resultado diferentes técnicas de las cuales nos podemos beneficiar hoy en día.
- **Variabilidad:** La variabilidad es una característica que genera un gran inconveniente en esta técnica, debido a que en el rostro de una persona se generan diferentes tipos de gestos, además de ser un rasgo que no presenta invariabilidad temporal. Dando como resultado varios rostros de un solo individuo.
- **Entornos no Controlados:** En un entorno no controlado como un campo abierto en donde no existen limitaciones, los cambios en la pose, el uso de elementos que impidan la visibilidad del rostro (gafas, gorros, etc.) e imágenes tomadas con una baja calidad, hacen el que sistemas de reconocimiento presente inconvenientes.

1.7.1.2 ALGORITMOS DE DETECCIÓN FACIAL

Los algoritmos de reconocimiento facial se han ido desarrollando a lo largo del tiempo, de manera que se ido perfeccionando para poder reducir errores y poder aplicarlos en diferentes áreas o campos, como es el caso de *Visage Technologies* que es una empresa encargada en desarrollar y producir software de visión para el

seguimiento y análisis de rostros, de manera que han desarrollado el software *Visage SDK* mostrado en la figura 1.9, que es un kit que permite a programadores a construir una amplia variedad de aplicaciones de rastreo de rostro y diferentes coordenadas de puntos faciales en tiempo real [28].



Figura 1.9 Visage SDK

Fuente: [28]

Existen además otras herramientas que nos permiten realizar un rastreo facial como el caso de la empresa Google con MediaPipe, que es una de las bibliotecas más compartidas y reutilizables para el procesamiento de medios como detección de rostro, seguimiento de manos, detección y seguimiento de objetos, observamos un ejemplo del uso de MediaPipe en la figura 1.10.

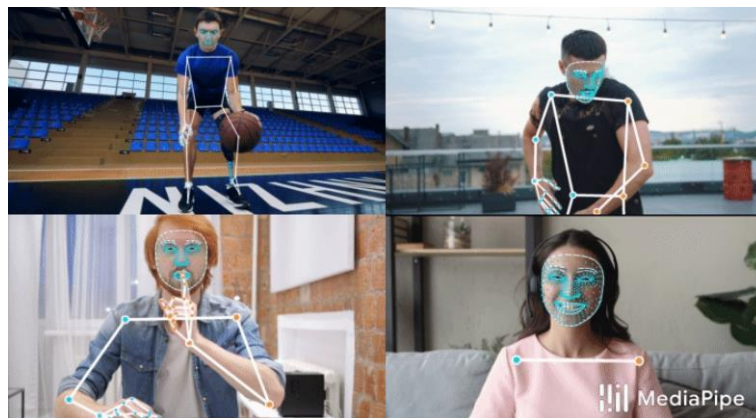


Figura 1.10 MediaPipe

Fuente [29]

Media Pipe ofrece Face Mesh que es una solución de geometría de caras que puede estimar hasta 468 puntos de referencia de caras 3D en tiempo real, que pueden ser usado en dispositivos móviles. Además de emplear aprendizaje automático para

inferir la geometría de la superficie 3D como se puede observar en la figura 1.11, lo cual requiere el uso de una cámara sin la necesidad de un sensor de profundidad [29].

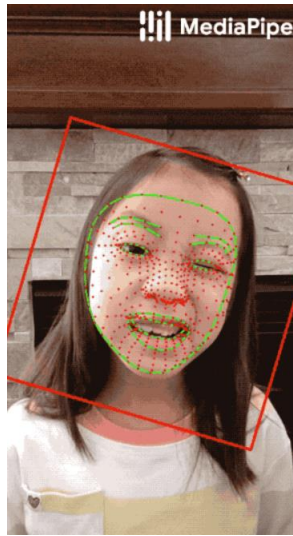


Figura 1.11 Reconocimiento facial con Face Mesh

Fuente [29]

Existen también otro tipo de herramientas de acceso libre que permiten el uso de algoritmos ya diseñados como el caso de FaceOSC, que nos permite por medio de una cámara web rastrear un rostro y enviar sus datos de pose o gestos a través de OSC (Open Sound Control) como se observa en la figura 1.12 [30]. FaceOSC está desarrollado con openFrameworks y ofxFaceTracker.

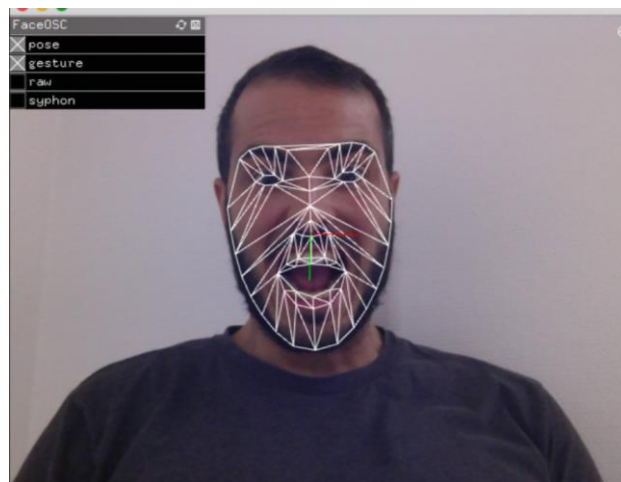


Figura 1.12 Reconocimiento facial con FaceOSC

Fuente: [31]

1.8 ANIMACIONES EN TIEMPO REAL

Uno de los aspectos que más se impone en el mundo son las animaciones, ya sea aplicado en marketing, educación o en tratamientos terapéuticos, se acoplan continuamente a todo el mundo, y siempre están presentes [1], en el teatro, el cine, la televisión, en publicidad, video arte, Internet y muchas otras más. Las animaciones ya sean de personajes animados, avatares o personajes 3D realistas son usados por muchas empresas, o instituciones educativas para sacar el mayor provecho de los mismos, pueden generar una interacción mucho más cómoda y realista con las personas, captando su atención de mejor manera. [32]

Las nuevas tecnologías buscan desarrollar estas animaciones cada vez más sencillas con movimientos cada vez más parecidos a los seres humanos, es ahí donde entra la animación en tiempo real. En la animación en tiempo real se capta los movimientos mediante una serie de puntos repartidos en las partes del cuerpo a ser animados, esta recolección de información se realiza a través, de cámaras simples u orientadas a la detección humana, todo dependiendo del grado de complejidad y realismos que tengan estas animaciones, observamos un ejemplo en la figura 1.13 [32].



Figura 1.13 Animación en tiempo real

Fuente: [33]

CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO

2.1 OBTENCIÓN DEL MODELO 3D A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA

En este capítulo se procede a realizar la adquisición de imágenes para el desarrollo del modelo 3d a partir de técnicas de fotogrametría, además de determinar diversos criterios como la cantidad de imágenes empleadas para la obtención del modelo, la posición de la cámara con respecto a la persona, la distancia a la cual se capturan las fotografías con respecto a la persona, el software utilizado para procesado del modelo y la reconstrucción del mismo.

2.1.1 ADQUISICIÓN DE FOTOGRAFÍAS

Para la obtención de un modelo 3D utilizando técnicas de fotogrametría, procedemos a capturar fotografías de la persona. Las fotografías deben ser tomadas en un lugar en donde no existan objetos alrededor y con buena iluminación, ya que no deben estar presentes sombras ya que estas pueden ocasionar problemas en la reconstrucción del objeto o de la textura del modelo.

Para obtener un modelo de la persona será necesario entre 60 a 300 fotografías, estas deberán ser tomadas alrededor de la persona y en diferentes ángulos de manera que podamos obtener fotografías frontales, lateras superiores e inferiores del rostro. La distancia la cual deben estar colocada la cámara con respecto al rostro debe ser entre 20 o 30 cm. Mientras más fotografías tengamos de la persona se podrá obtener un mejor modelo y las texturas tendrán mayor definición, aunque el procesamiento del modelo será más demorado debido al número de fotografías. En la figura 2.1 se observa las fotografías adquiridas.

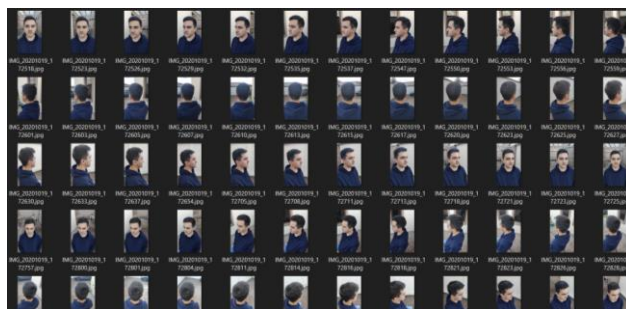


Figura 2.1 Adquisición de fotografías del rostro de la persona

Fuente: Autor

2.1.2 PROCESADO Y RECONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Para realizar la reconstrucción del modelo 3d de la persona, usaremos el software *Agisoft Metashape*, el cual es un software para procesamiento de imágenes digitales y generar datos espaciales en 3d. Con las fotografías que obtuvimos, procedemos a cargarlas en el software como se observa en la figura 2.2.

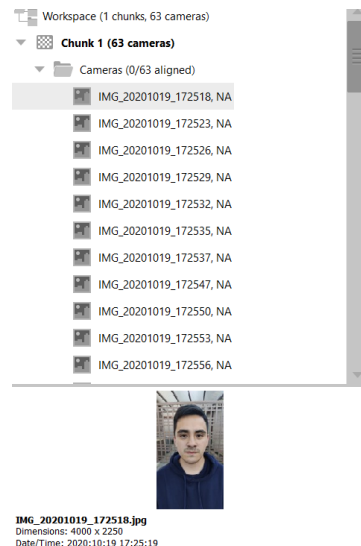


Figura 2.2 Cargado de las fotografías

Fuente: Autor

En la pestaña de *Workflow* hacemos clic en la opción de *Align Photos*. En este proceso se posicionan todas las fotografías y se genera una nube de puntos dispersos tomando forma del rostro de la persona, como se puede apreciar en la figura 2.3.

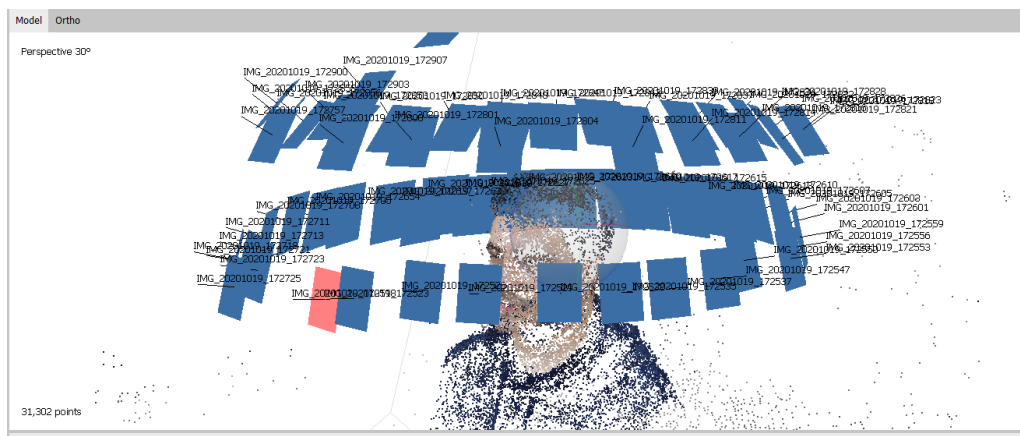


Figura 2.3 Alienación de fotografías

Fuente: Autor

Procedemos con el siguiente paso que es *Build Mesh*. En esta etapa se crea la malla o el modelo totalmente construido, como se puede observar en las siguientes figuras 2.4 y 2.5.

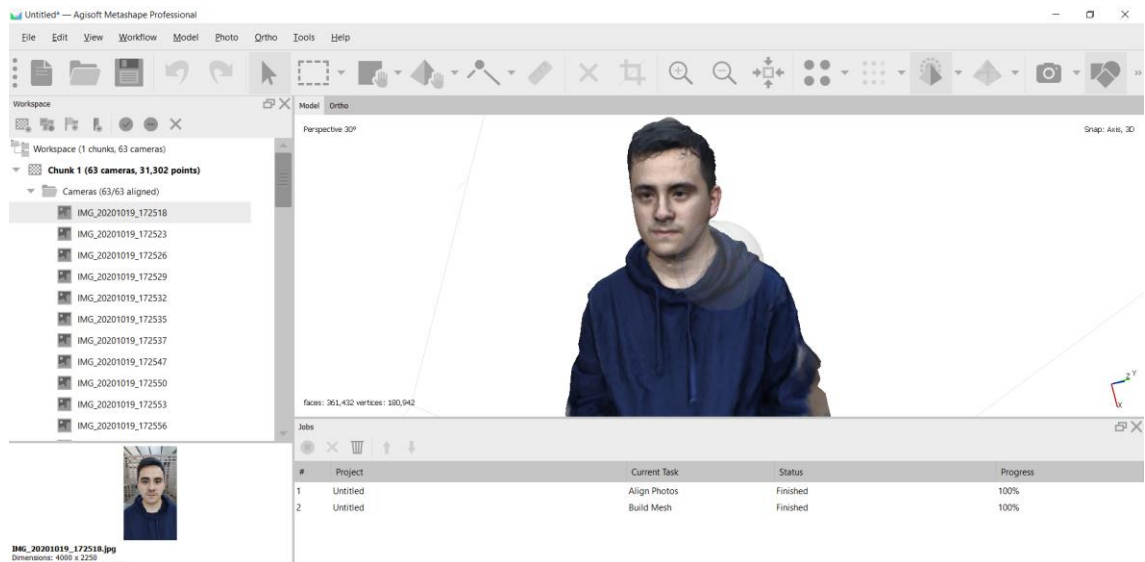


Figura 2.4 Construcción del modelo en 3D

Fuente: Autor

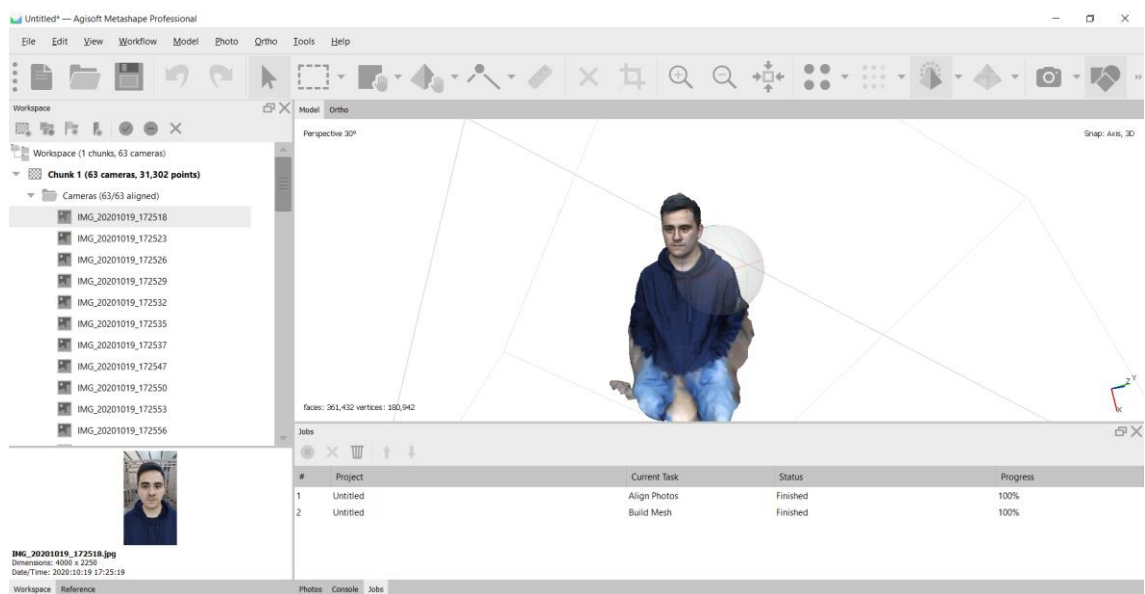


Figura 2.5 Construcción de la malla del modelo

Fuente: Autor

Por último, nos dirigimos a *Workflow* y elegimos la opción de *Build Texture*. En este último paso se creará la textura del modelo a partir de las diferentes fotografías y así tendríamos nuestro modelo del rostro con mayor detalle cómo se observa en las

figuras 2.6 y 2.7. Con este modelo se procede a exportar el modelo, para poder seguir trabajando en el software Blender.

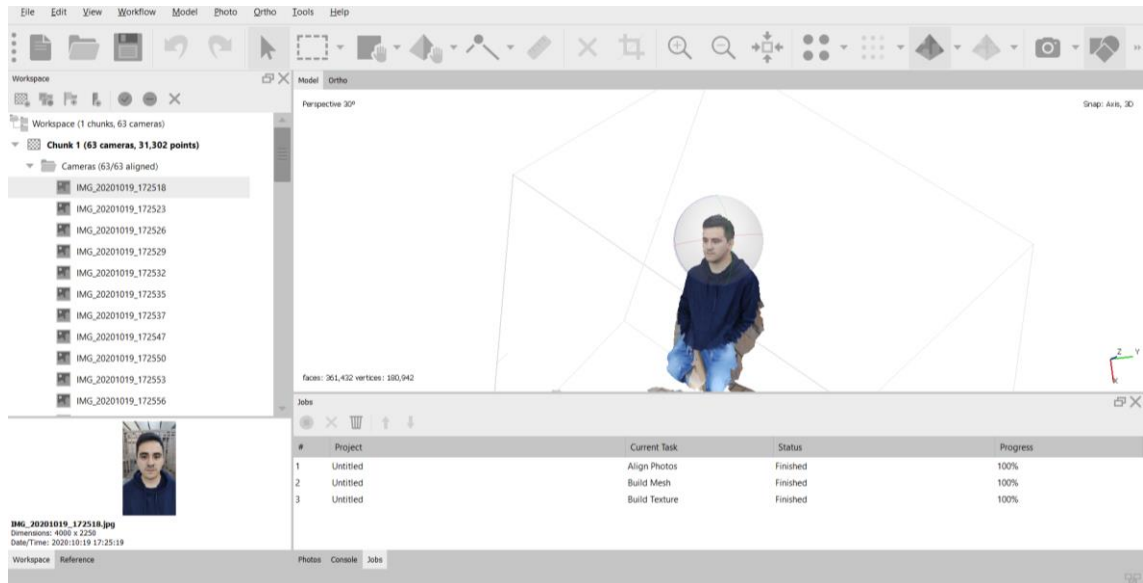


Figura 2.6 Construcción de la textura del modelo 3D

Fuente: Autor

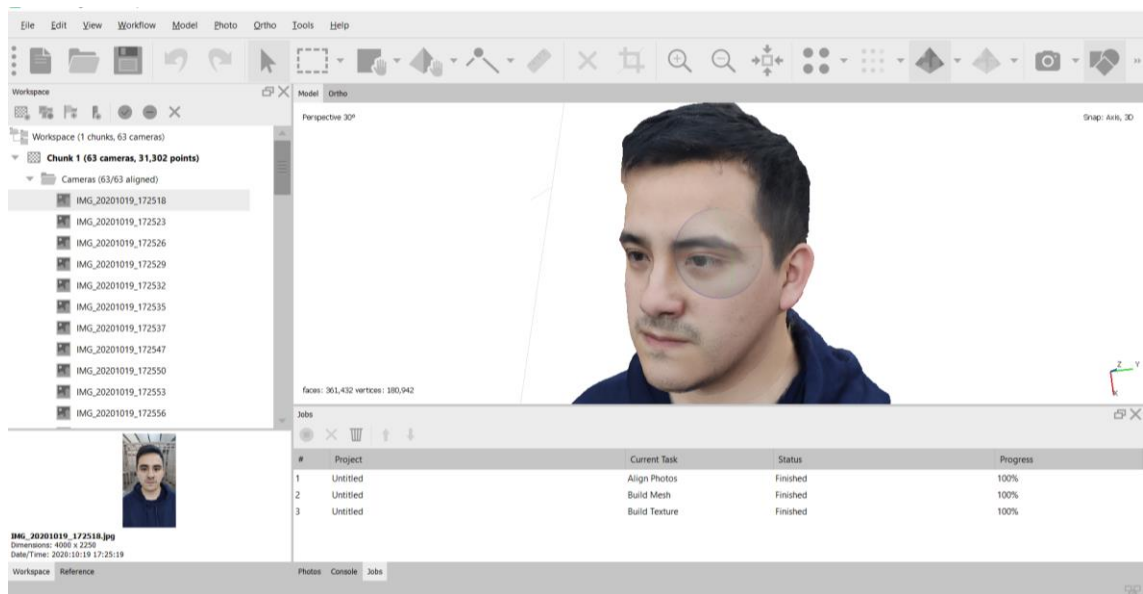


Figura 2.7 Modelo 3D con las texturas cargadas

Fuente: Autor

2.2 ELABORACIÓN DE MODELO EN BLENDER Y ANIMACIÓN DEL MODELO 3D

Procedemos a mejorar el modelo con ayuda del software Blender para poder solventar cualquier problema que tuviera el modelo, ya sea de suavizar partes del rostro o eliminar partes que no sean necesarias. Ya que necesitamos el modelo solo del rostro de la persona para poder realizar las diferentes animaciones de expresiones faciales como felicidad, enojo, asustado, sorprendido, confundido y triste.

2.2.1 MODIFICACIÓN DEL MODELO 3D EN BLENDER

Procedemos a importar el modelo 3d con el software de Blender, el cual nos permitirá modificar el modelo o eliminar partes que no necesitemos para nuestro trabajo, como por ejemplo eliminar la parte de las piernas ya que nuestra prioridad es el rostro.

Para ello en Blender nos dirigimos a *File* y en *import* seleccionamos el archivo tipo “.obj” y nos dirigimos a la carpeta donde guardamos el archivo del modelo y lo importamos, este proceso se aprecia en la figura 2.8.

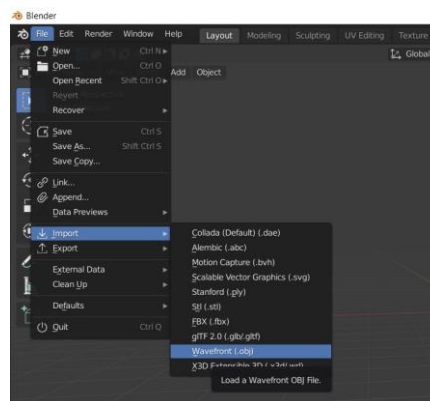


Figura 2.8 Selección de archivo .obj para importar

Fuente: Autor

Con las herramientas de mover y rotar procedemos a centrar en el modelo con respecto al cursor 3d, en la figura 2.9 se puede apreciar el modelo centrado.



Figura 2.9 Modelo centrado

Fuente: Autor

Procedemos a eliminar las partes que no sean necesarias para nuestro modelo. Ya que nuestro objetivo es obtener solo el modelo del rostro por lo cual cambiamos a modo *edición* mostrado en la figura 2.10.

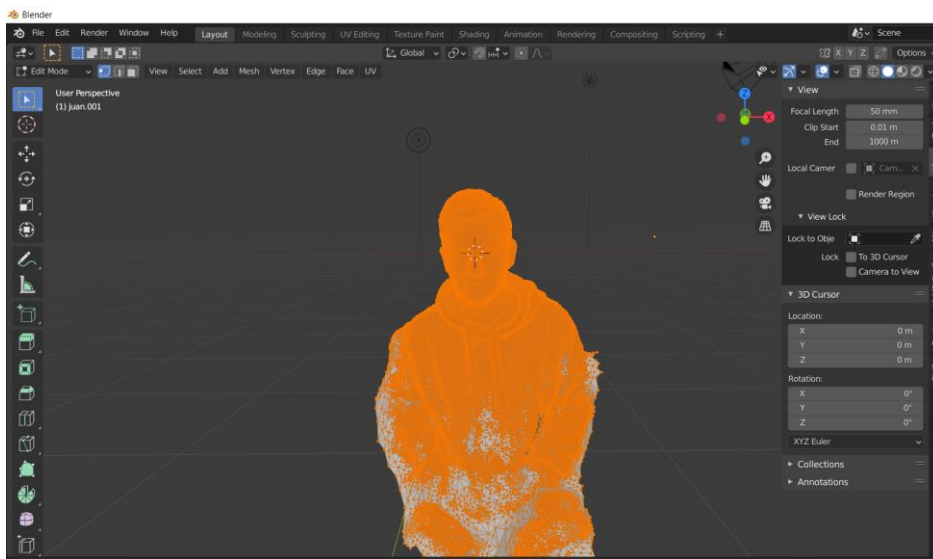


Figura 2.10 Modo Edición

Fuente: Autor

En el modo *edición* presionamos la tecla “3” y podremos seleccionar diferentes caras de la malla del modelo las partes de queremos borrar, un ejemplo mostrado en la figura 2.11. Procedemos a seleccionar las partes innecesarias para eliminarlas.

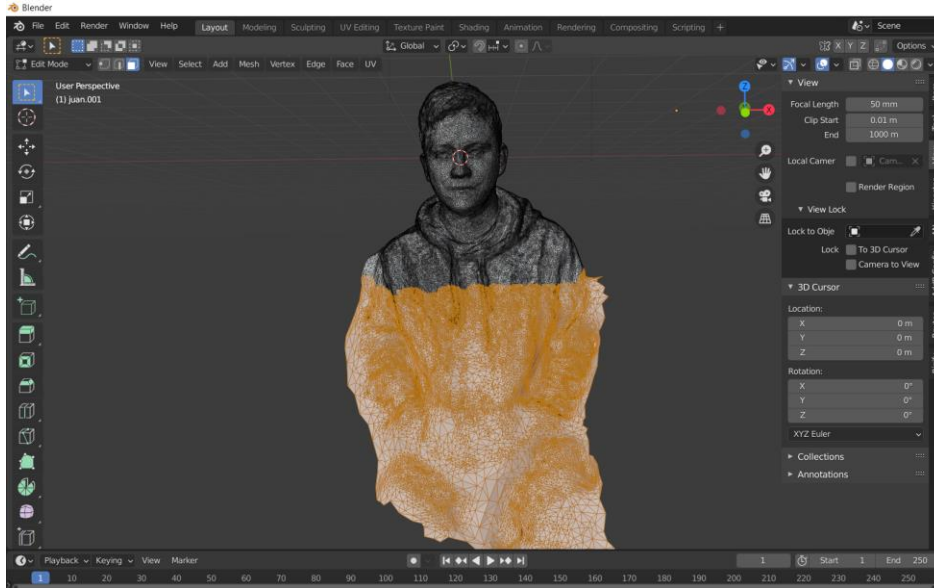


Figura 2.11 Selección de partes a eliminar de la malla

Fuente: Autor

Una vez seleccionada las partes que deseamos eliminar presionamos *Delete* en el teclado, y se nos abrirá una opción en la cual seleccionaremos *Faces*. De esta manera eliminaremos las caras seleccionadas, (véase la figura 2.12).

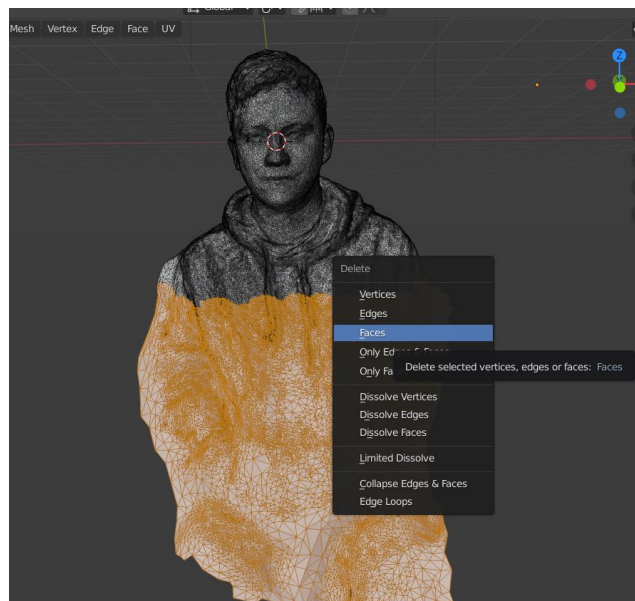


Figura 2.12 Eliminación de las caras del modelo

Fuente: Autor

Una vez eliminado nos quedara el modelo solo del rostro como se puede observar en la figura 2.13.

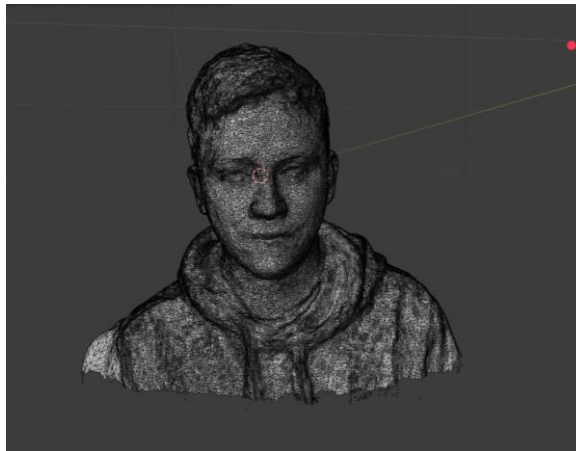


Figura 2.13 Modelo del Rostro

Fuente: Autor

Regresamos al modo objeto y si hacemos un zoom en el rostro, se pueden observar que existen perturbaciones en el modelo, tal como se muestran en las figuras 2.14, 2.15 y 2.16. Para arreglar esto procedemos a suavizar el modelo.



Figura 2.14 Perturbaciones en el modelo

Fuente: Autor

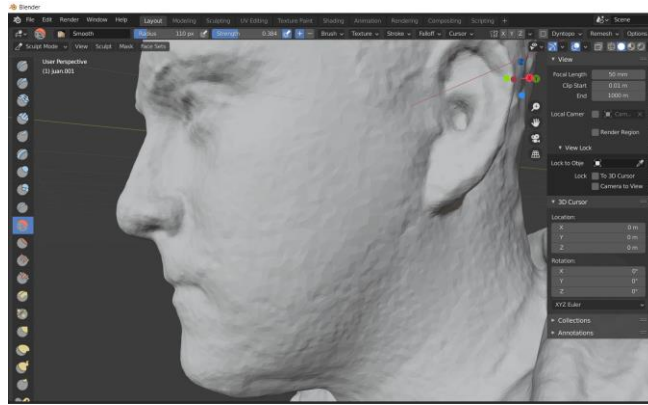


Figura 2.15 Imperfecciones en la parte lateral izquierda

Fuente: Autor

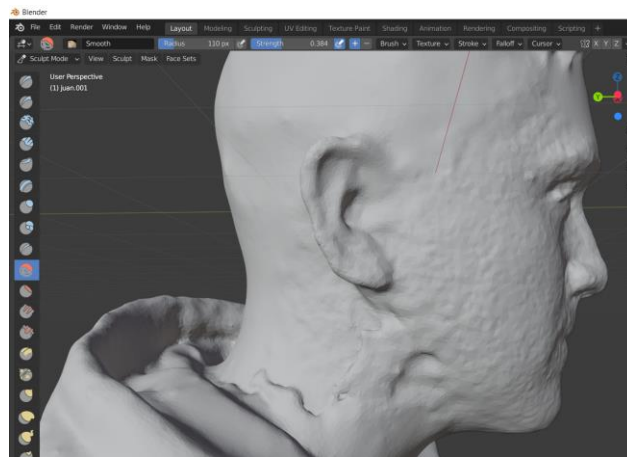


Figura 2.16 Imperfecciones en la parte lateral derecha

Fuente: Autor

Nos dirigimos al modo esculpido y con ayuda de la herramienta *Smooth* procedemos a suavizar el modelo, (véase la figura 2.17).

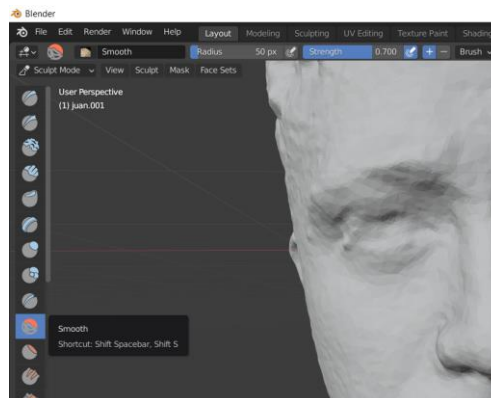


Figura 2.17 Selección de herramienta *smooth*

Fuente: Autor

En la parte superior en la herramienta *Smooth* elegimos en *radius* 97px y en *Strength* elegimos 0.203, esta nos indica la fuerza del suavizado. Debemos tener mucho cuidado ya que si la fuerza del suavizado es alta esta puede perjudicar en la textura del modelo.

Procedemos a suavizar y obtendremos un modelo como se observan en las figuras 2.18, 2.19 y 2.20.

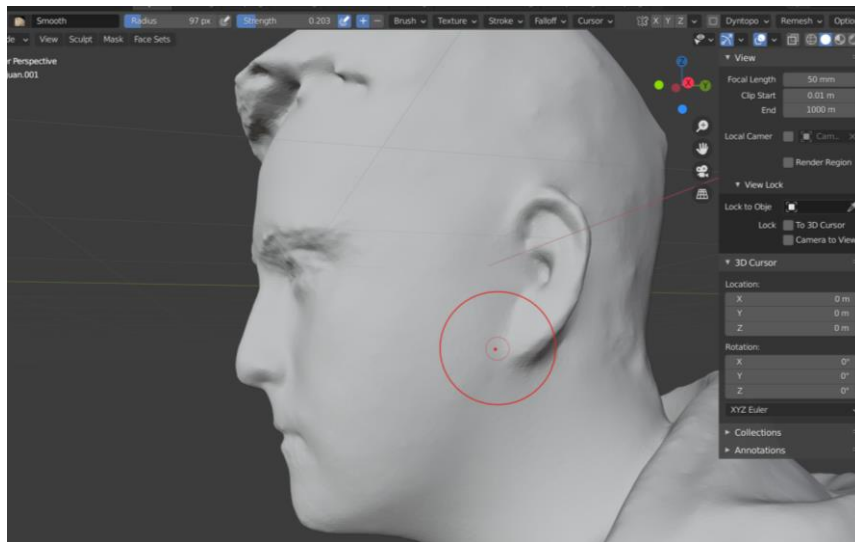


Figura 2.18 Suavizado de la parte lateral izquierda

Fuente: Autor

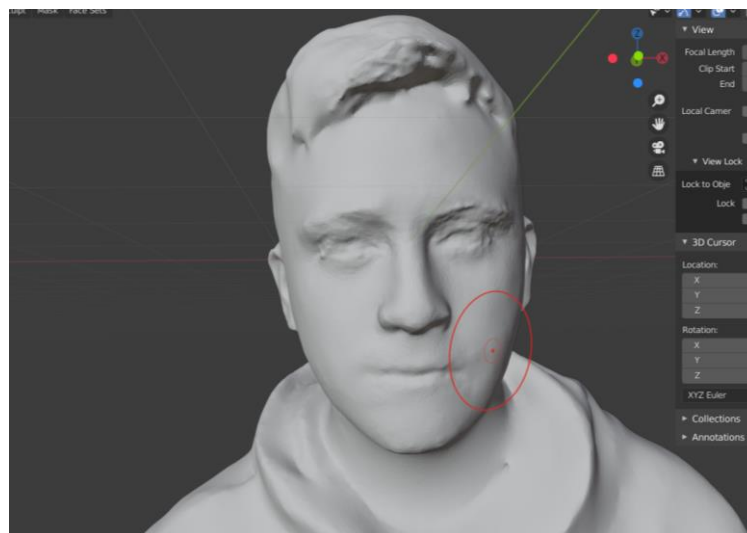


Figura 2.19 Suavizado de la parte frontal

Fuente: Autor



Figura 2.20 Suavizado de la parte lateral derecha

Fuente: Autor

Para poder observar el modelo del rostro con la textura cargada nos dirigimos en la parte superior derecha y seleccionamos la opción *Display in Material Preview mode*, este paso se aprecia en la figura 2.21.

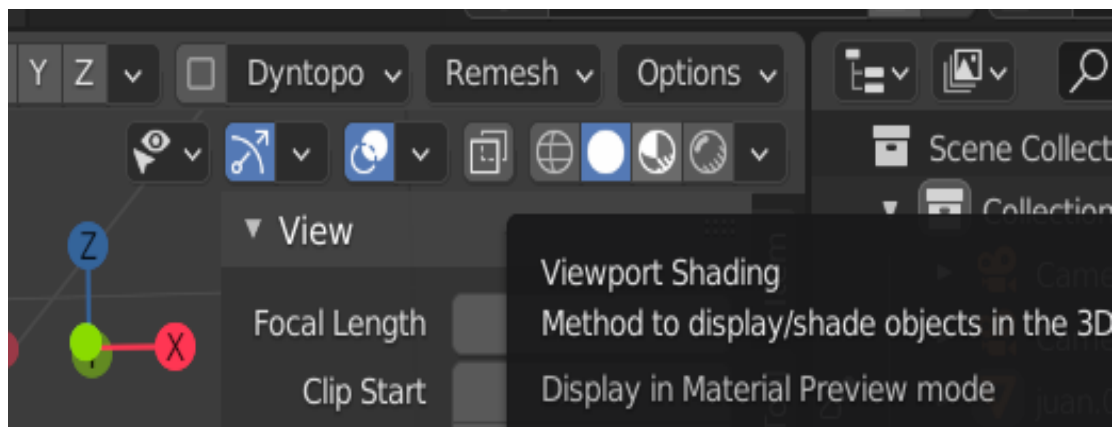


Figura 2.21 Opción de visualización de las texturas del modelo

Fuente: Autor

Seleccionado esta opción podemos observar el modelo ya con la textura cargada, como se observa en las siguientes figuras 2.22, 2.23 y 2.24.



Figura 2.22 Visualización del modelo

Fuente: Autor

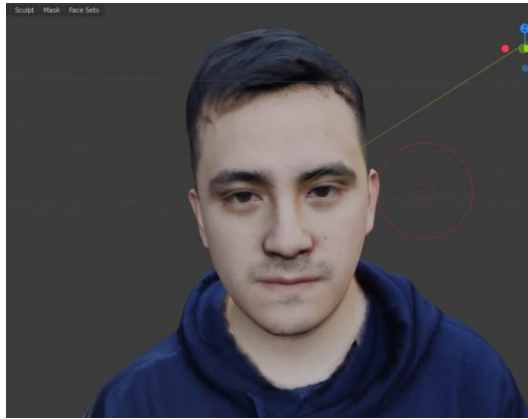


Figura 2.23 Visualización del modelo en vista frontal

Fuente: Autor

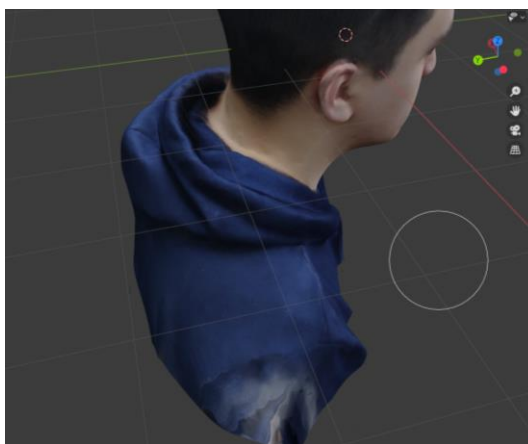


Figura 2.24 Vista superior derecha del modelo

Fuente: Autor

Podemos observar que hay partes del cabello en donde la textura del color no ha sido cargada correctamente o en la parte de la sudadera. Para arreglar esto nos dirigimos en el modo *Texture Paint* y elegimos la herramienta *Clone*, (véase la figura 2.25).

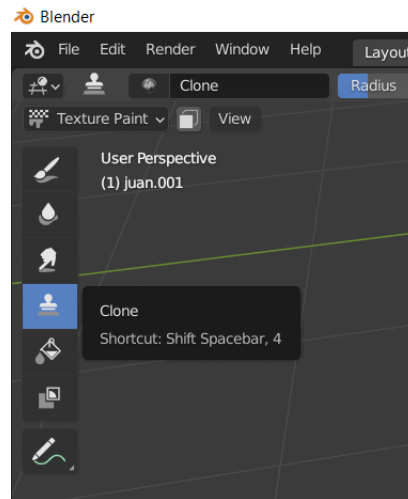


Figura 2.25 Herramienta Clone

Fuente: Autor

Con la herramienta *Clone* seleccionada, colocamos el cursor sobre la textura que queremos clonar y pasamos sobre la parte que no ha sido bien cargada la textura. En la figura 2.26 se observa cómo se agrega la parte de la textura de la sudadera, realizamos el mismo procedo con las otras secciones que necesiten completar la textura.

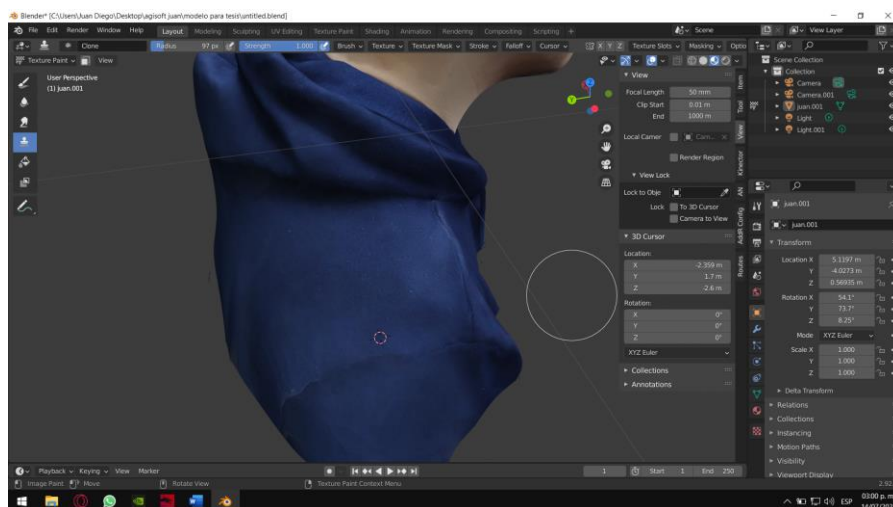


Figura 2.26 Corrección de texturas con la herramienta Clone

Fuente: Autor

Como último paso colocamos una lampara, para obtener una mejor iluminación del modelo del rostro. Con el comando “shift+A” se abrirá la pestaña de *Add* y añadimos una lampará(“light”) y seleccionamos la opción *Point* (véase la figura 2.27).

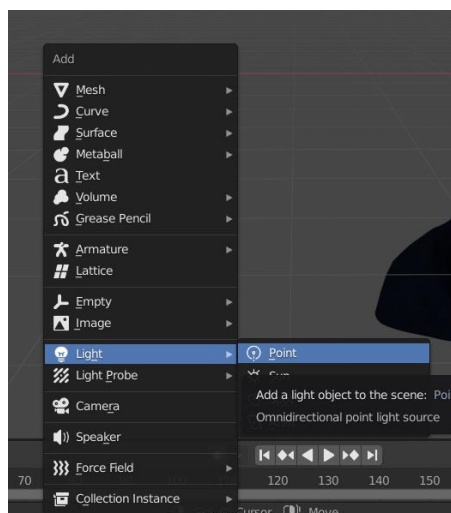


Figura 2.27 Herramienta de Lampara

Fuente: Autor

La lampará se añadirá al espacio de trabajo y con las herramientas de mover la colocaremos frente al modelo del rostro como se observa en la figura 2.28.

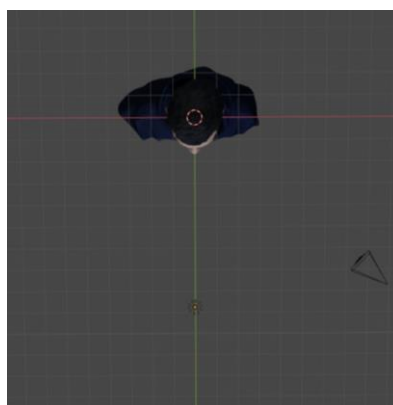


Figura 2.28 Colocación de lampara frente al modelo

Fuente: Autor

Seleccionada la lampará nos dirigimos a *Object Data Properties* y seleccionamos las siguientes opciones: en color de la lampará elegimos un color

blanco, en *Power* colocamos 1000W, en *Specular* 1.00 y en *radius* 0.1m (véase la figura 2.29).

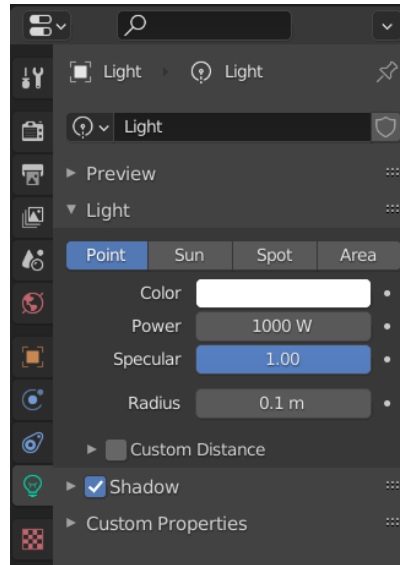


Figura 2.29 Configuración de Object Data Properties Light

Fuente: Autor

Colocada la lampara frente al modelo con las configuraciones antes mencionadas y después de haber realizado las diferentes correcciones del modelo, tendremos el modelo como se puede observar en las figuras 2.30 y 2.31.

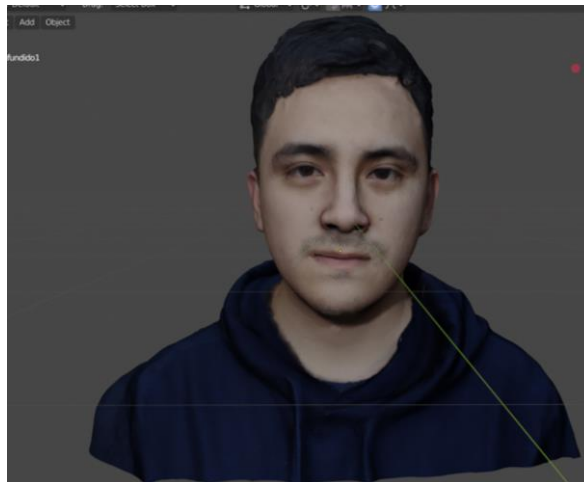


Figura 2.30 Visualización del modelo con iluminación adecuada

Fuente: Autor



Figura 2.31 Modelo con iluminación en diferentes vistas

Fuente: Autor

2.2.2 ANIMACIÓN DEL MODELO 3D DEL ROSTRO

Con el modelo terminado procedemos a realizar las distintas animaciones de expresiones faciales que posteriormente serán usadas en el reconocimiento facial y en la aplicación de entrenamiento emocional.

Para poder realizar cada una de las expresiones faciales, primero seleccionamos el modelo del rostro y elegimos la opción de *Object Data properties*, véase la figura 2.32.

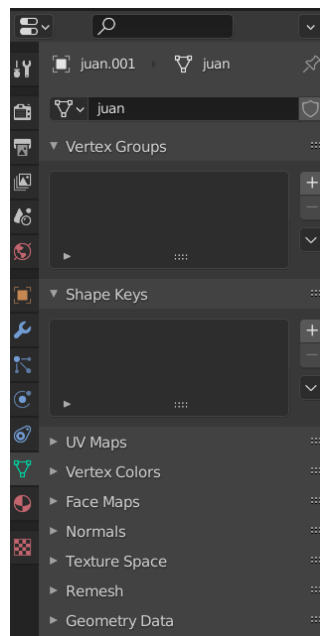


Figura 2.32 Ventana de Object Data Properties

Fuente: Autor

En la opción de *Shape keys* añadimos un nuevo *shape key* que tendrá el nombre de *Basics* que será nuestra expresión neutral que será usada del rostro. Procedemos en

agregar ahora más *shape keys* que serán usados para indicar cada una de las expresiones del rostro.

Para este modelo serán usado 11 *shape keys* las cuales son: dos para el movimiento de cada parpado, dos para el movimiento de las cejas, uno para el movimiento de la boca, y seis para las expresiones fáciles que son triste, enojado, miedo, confundido, sorpresa, feliz. Cada uno de los *shape keys* podremos variar de un intervalo de 0 a 1 como se observa en la figura 2.33, de los cuales en el valor de “0” indicara la expresión neutral del rostro y a medida que variamos el valor se ira generando la respectiva animación.

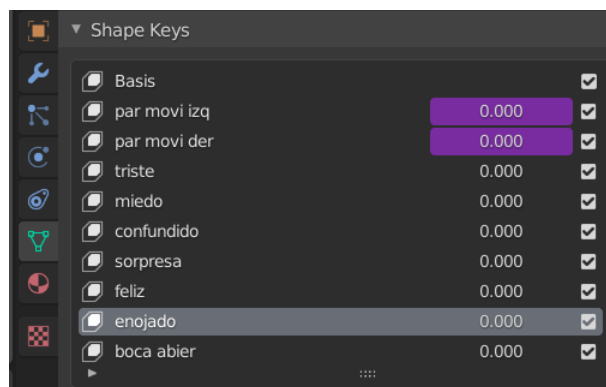


Figura 2.33 Creación de Shape Keys

Fuente: Autor

Para la realización de las expresiones emocionales como son: enojo, felicidad, sorpresa, tristeza, miedo, confusión. Para animar o ilustrar estas emociones usamos las cejas, parpados y la boca [34]. En la figura 2.34 y figura 2.35 podemos ilustrarnos en la variación de las expresiones de tal manera que nos puede ayudar como guía en la realización de las animaciones.

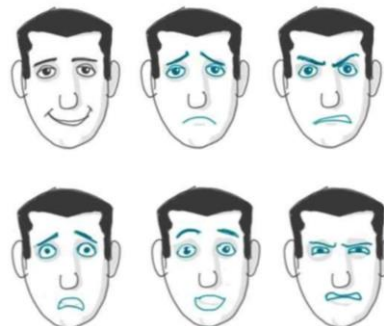


Figura 2.34 Expresiones emocionales

Fuente: [34]



Figura 2.35 Expresiones emocionales

Fuente: [34]

Para la realización de la animación de expresión de enojo, seleccionamos el *shape key* creado de enojo y nos dirigimos al modo de *edición*, en este modo nos dirigimos en la parte superior y seleccionamos la opción de *Proporcional Editing* la cual se observa en la figura 2.36. Esta opción nos permitirá mover los vértices o caras de la malla del modelo de manera proporcional.

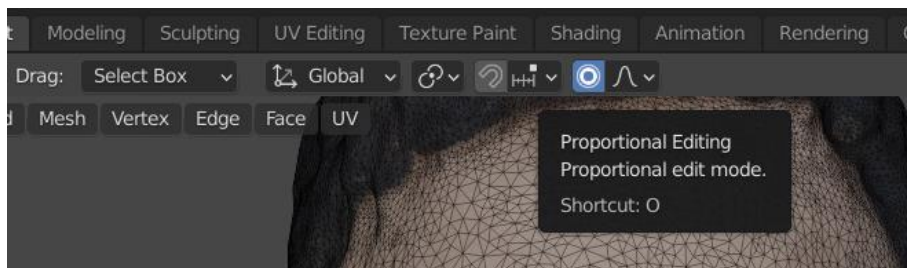


Figura 2.36 Elección de herramienta de proportional editing

Fuente: Autor

Luego si presionamos la tecla numérica “3”, podremos seleccionar las caras de la malla del modelo del rostro y con la tecla “c” nos permitirá seleccionar varias caras del modelo.

Para la expresión de enojo procedemos a seleccionar las áreas de las cejas como se puede observar en la figura, de manera que las movamos hacia abajo dando una expresión de fruncimiento. Seleccionado las cejas, con la tecla “g” nos permitirá hacer el movimiento de las del área seleccionada y las colocamos hacia abajo, como se observa en la figura 2.37 y 2.38.



Figura 2.37 Selección del área de las cejas

Fuente: Autor

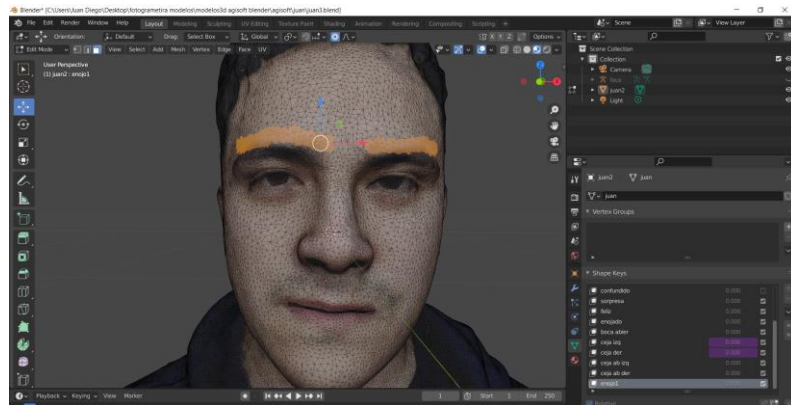
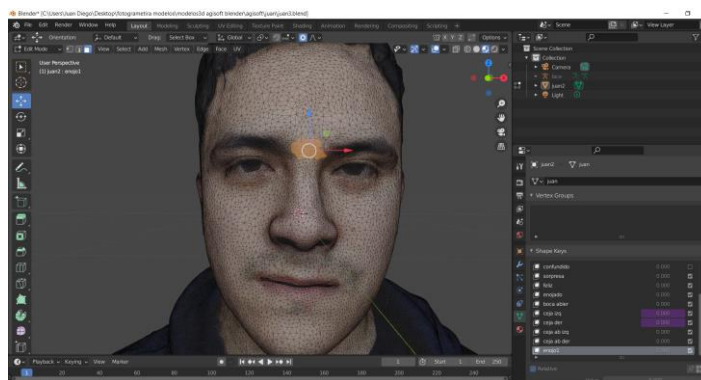


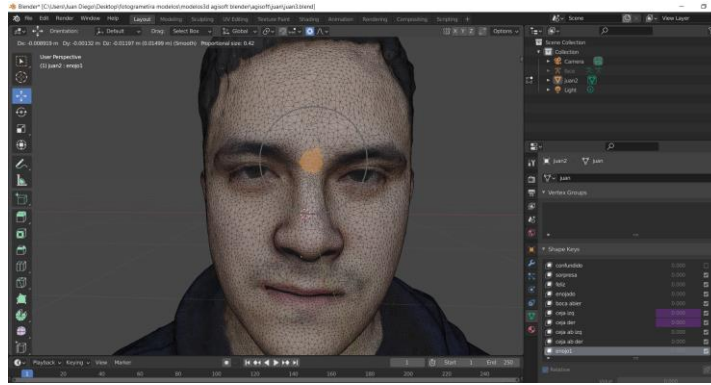
Figura 2.38 Movimiento Área Seleccionada

Fuente: Autor

Seleccionamos la parte del entrecejo y lo movemos ligeramente, de manera que podamos dar una mejor expresión al fruncimiento como se observa en la figura 2.39.



a)

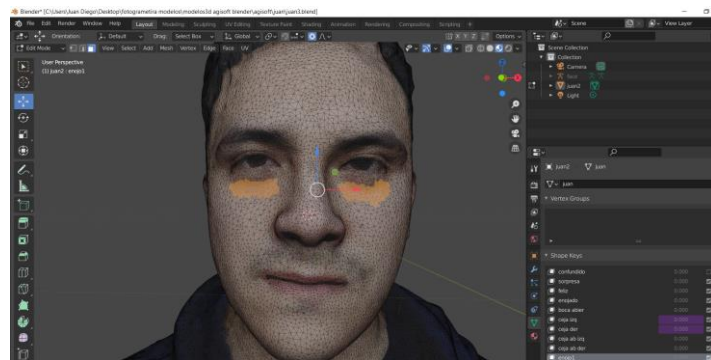


b)

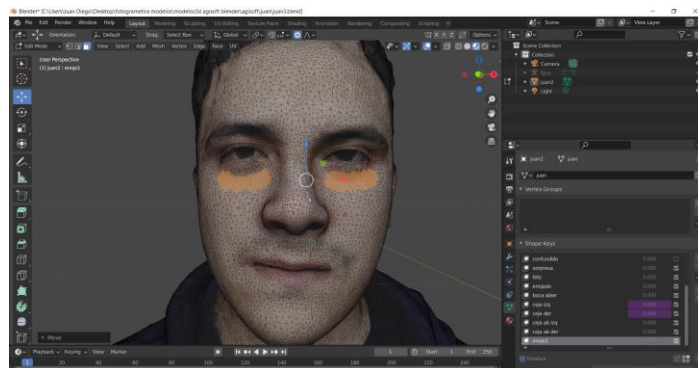
Figura 2.39 Selección y movimiento del área de la entre ceja

Fuente: Autor

El siguiente paso seleccionamos la parte inferior de los ojos y elevamos, de manera que podemos cerrar ligeramente los ojos, (véase la figura 2.40).



a)



b)

Figura 2.40 selección y movimiento de la parte inferior de los ojos

Fuente: Autor

Por último, seleccionamos parte de las mejillas de manera que realizaremos una pequeña elevación de las mismas y poder tener nuestra animación de enojo (véase la figura 2.41).

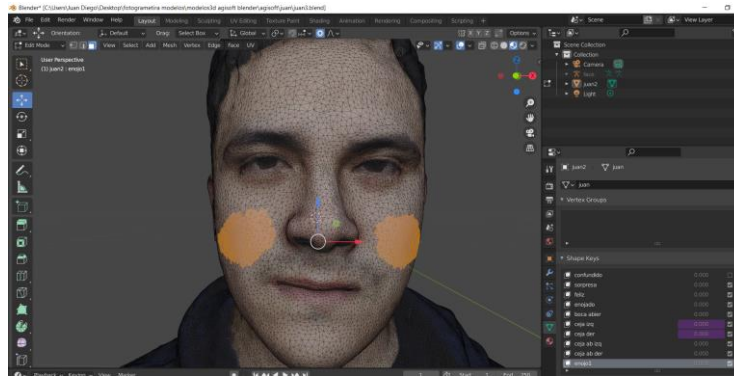


Figura 2.41 Selección de las mejillas

Fuente: Autor

Para observar nuestra animación final regresamos a *Object Mode* y en las opciones de *Shape keys* variamos el valor de la animación de enojo como se puede observar en la figura la animación final (véase la figura 2.42).

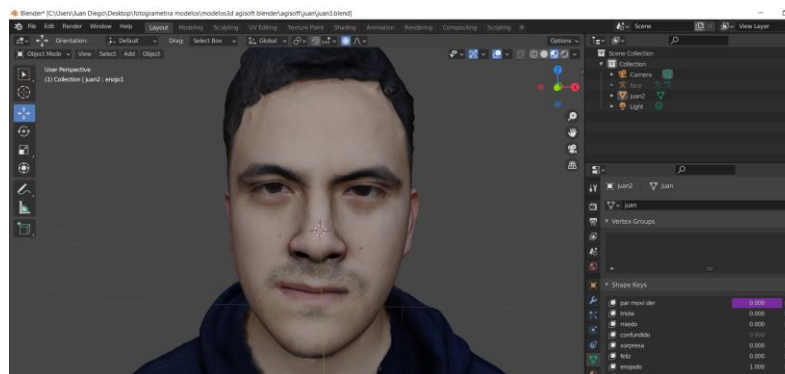


Figura 2.42 Expresión Enojo

Fuente: Autor

Realizamos el mismo proceso variando y moviendo las diferentes partes del rostro como labios, cejas, mejillas, pómulos, mentones y boca, de manera que podamos recrear cada una de las emociones.

Para la expresión de felicidad, realizamos una elevación en la parte de las cejas, una pequeña apertura de los ojos, la parte de las mejillas elevamos ligeramente.

De igual manera elevamos la parte inferior de los ojos. Y en la parte de los labios en las comisuras las hemos estirado y abierto ligeramente la boca denotando la expresión de felicidad, de manera que la expresión final la podemos observar en la figura 2.43.



Figura 2.43 Expresión felicidad

Fuente: Autor

Para la animación de la expresión de tristeza procedemos a realizar una elevación de las cejas y del entrecejo, en la parte inferior de los ojos y las mejillas descendemos ligeramente. En la parte de los labios descendemos las comisuras de manera que podemos obtener una expresión de tristeza que se puede observar en la figura 2.44.

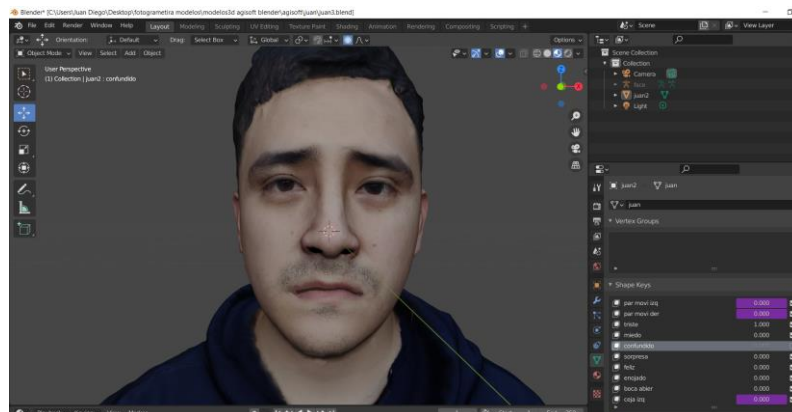


Figura 2.44 Expresión tristeza

Fuente: Autor

Para la expresión de susto realizamos un elevamiento de las cejas y el entrecejo, abrimos ligeramente los ojos y elevamos un poco las mejillas. Seleccionamos parte de la boca y movemos hacia debajo de manera que podemos crear la apertura de la boca,

descendemos el mentón y la quijada. De esta manera obtenemos la expresión de susto como se puede observar en la figura 2.45.



Figura 2.45 Expresión de miedo

Fuente: Autor

En la expresión de confundido realizamos un levantamiento de la ceja izquierda y la ceja derecha descendemos ligeramente. En la parte de las comisuras del labio estiramos ligeramente y abrimos un poco la boca, el resultado de la expresión la podemos observar en la figura 2.46.

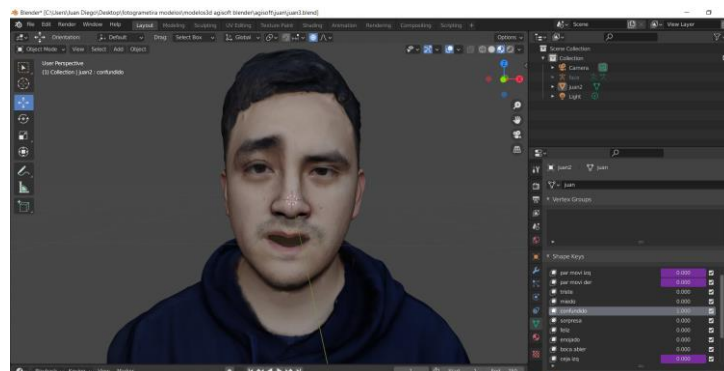


Figura 2.46 Expresión de confusión

Fuente: Autor

Como ultima expresión realizada es la de sorpresa. En esta expresión realizamos un levantamiento de las cejas y el entrecejo, abrimos los ojos y hacemos la apertura de la boca de manera que denotemos la expresión de sorpresa como se observa en la figura 2.47.



Figura 2.47 Expresión de Sorpresa

Fuente: Autor

Para los últimos *shape keys* que corresponden al levantamiento de ceja izquierda y derecha, el cierre de los parpados y la apertura de la boca los cuales serán usados en el reconocimiento facial.

Realizamos el mismo proceso. Para el primer caso realizamos el levantamiento de la ceja derecha que se puede observar en la figura 2.48, en el segundo realizamos el levantamiento de la ceja izquierda que se observa en la figura 2.49, realizamos la animación para la apertura de la boca que se observa en la figura 2.50 y por último seleccionamos los parpados y hacemos un descenso de los mismo los cuales se observan en la figura 2.51.



Figura 2.48 Levantamiento de ceja derecha

Fuente: Autor



Figura 2.49 Levantamiento de ceja izquierda

Fuente: Autor



Figura 2.50 Apertura de la Boca

Fuente: Autor



Figura 2.51 Cierre de ojos

Fuente: Autor

2.3 MODELOS 3D DISEÑADOS PARA NIÑOS CON TEA

Terminado el proceso de modelado y animación, se recomendó el uso de un modelo de un chico y una chica. Por lo cual se desarrolló un modelo más de un rostro femenino. Hemos optado en realizar el modelo de un rostro de una chica de una edad de 17 años. De tal manera que para el desarrollo de la aplicación de entrenamiento emocional vamos a contar con dos modelos de rostros, de forma que sean amigables para niños y niñas. En la siguiente figura 2.52 podemos observar los modelos de los rostros finales.



Figura 2.52 Modelo rostro chico y chica

Fuente: Autor

2.4 IMPLEMENTACIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL

En esta fase haremos uso de la visión por computadora para iniciar nuestro proceso de reconocimiento facial, para la realización de la adquisición de la información del sujeto y del entorno haremos uso de la cámara integrada en el ordenador, que será controlada por medio de FaceOsc. La cual nos permite rastrear el rostro del sujeto y enviar los datos de pose y gestos a través de OSC como se observa en la figura 2.53.

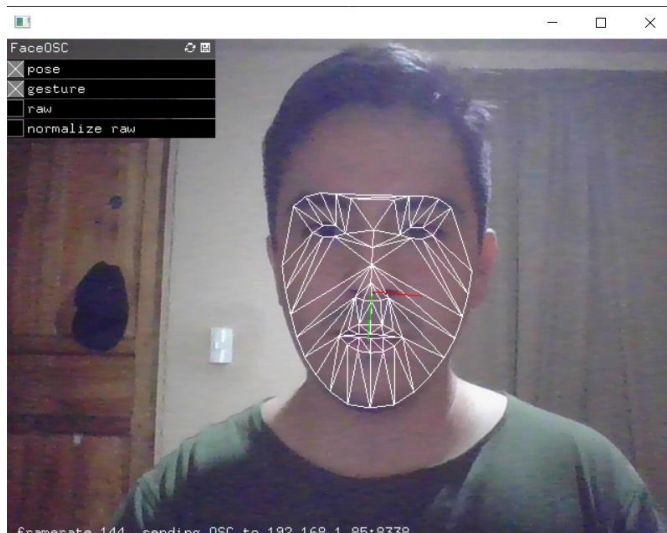


Figura 2.53 Face OSC

Fuente: Autor

Para usar FaceOSC para controlar el avatar que hemos desarrollado, haremos uso del software Blender en la versión 2.79b. Además, debemos añadir los complementos o addons en Blender que son *AddOSC* y *AnimationNodes V2.0* que son compatibles con la versión del software.

Con los addons instalados procedemos a verificar que estén habilitados para poder hacer uso de los mismos. Nos dirigimos a la opción *File* en Blender, luego a *User Preferences* y en búsqueda ingresamos *addOsc* y verificamos que este habilitado, de igual manera revisamos *Animation Nodes* (véase la figura 2.54).

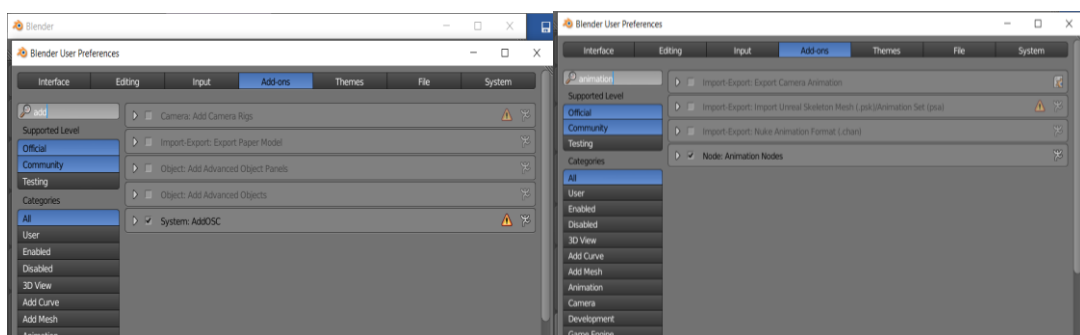


Figura 2.54 Habilitación de Addons

Fuente: Autor

Con los *addons* habilitados, nos dirigimos a la pestaña de *AddOSC Settings*. En esta pestaña en las opciones de *Listen on* y *Destination* ingresamos a dirección IP de nuestro computador. Para conocer la dirección IP del computador, con el comando

“Windows+R” se abrirá la ventana de Ejecutar, colocamos “cmd” e ingresamos al símbolo del sistema. Luego colocamos “ipconfig” y se despliega una lista, en donde podemos observar la Dirección IPv4 la cual será la que utilizaremos en el *AddOSC*, en este caso la dirección es 192.168.1.85 (véase la figura 2.55).

```
osc
= s
dat
id
add
osc
idx
Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi:
Sufijo DNS específico para la conexión. . . : Home
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::75e7:84a0:d884:eddf%3
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.1.85
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.1.1
```

Figura 2.55 Símbolo del Sistema

Fuente: Autor

Procedemos a colocar la dirección en las casillas de *Listen On* y *Destination*. En el *Input Port* usaremos 8338 y en el *Output Port* 9002, la configuración se puede observar en la figura 2.56.



Figura 2.56 Configuración OSC

Fuente: Autor

Luego nos dirigimos a la carpeta de *FaceOsc*, dentro de esta se encontrará la carpeta *data*. Abrimos el archivo “settings.xml” con bloc de notas y procedemos a modificar el archivo. Nos dirigimos a la parte de *osc output settings* y en *host* procedemos a colocar la dirección IP del computador y en *Port* agregamos el puerto 8338, como se observa en la figura 2.57.

```

Archivo Edición Formato Ver Ayuda
<movie>
  <!--
  the file should be a full path ie /User/yourusername/myMovie.mov or
  can use a relative path with the home folder ~/myMovie.mov
  -->
  <filename>/path/to/myMovie.mov</filename>
  <volume>1.0</volume> <!-- volume is 0 - 1.0 -->
  <!--
  speed is -16 - 16
  1.0 is normal speed, -1.0 is reverse, 2.0 is double speed, etc
  -->
  <speed>1.0</speed>
</movie>

<!-- face tracker settings -->
<face>
  <!-- <scales>1</scale> -->
  <!-- <iterations>5</iterations> -->
  <!-- <clamp>3</clamp> -->
  <!-- <tolerance>.01</tolerance> -->
  <!-- <attempts>1</attempts> -->
  <!--
  drawMesh is a bool, 0 or 1
  1 by default
  -->
  <!-- <drawMesh>1</drawMesh> -->
</face>

<!-- osc output settings -->
<osc>
  <host>192.168.1.85</host>
  <port>8338</port>
</osc>

<FaceOSC>
  <pose>1</pose>
  <gesture>1</gesture>
  <raw>0</raw>
  <normalize_raw>0</normalize_raw>
</FaceOSC>
</faceosc>

```

Figura 2.57 Configuración FaceOSC

Fuente: Autor

Una vez realizado las respectivas configuraciones ejecutamos FaceOSC y nos dirigimos a Blender. En las configuraciones de *AddOSC* en *AddOsc Operation* damos clic en la opción de *Monitoring*. En *Last OSC message*. En la figura 2.58 observaremos que existen variaciones en el posicionamiento de los gestos por lo cual se están enviando y recibiendo los datos de correctamente.

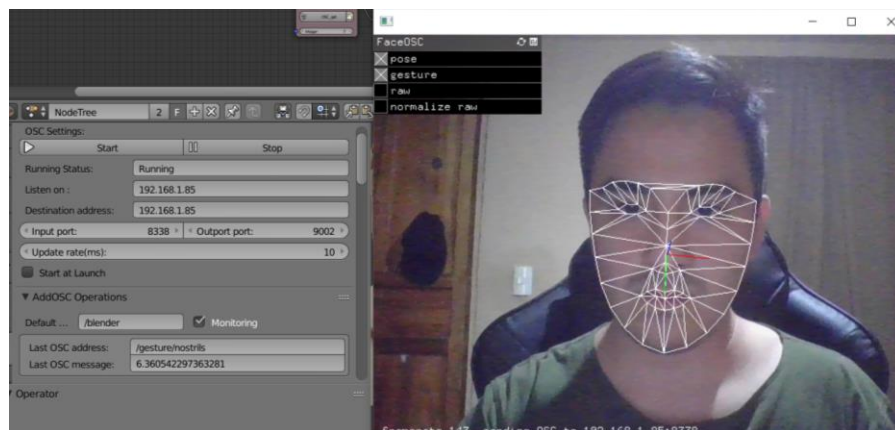


Figura 2.58 Comprobación del protocolo de comunicación OSC

Fuente: Autor

Comprobado la comunicación de *FaceOsc* con Blender, procedemos a importar el modelo del avatar que hemos creado con las animaciones de las expresiones faciales. Para ello nos dirigimos la pestaña de *file*, luego en *import*, seleccionamos el tipo de archivo “. fbx” y nos dirigimos a la carpeta donde se

encuentra guardado el archivo y lo importamos en el espacio de trabajo (véase la figura 2.59).

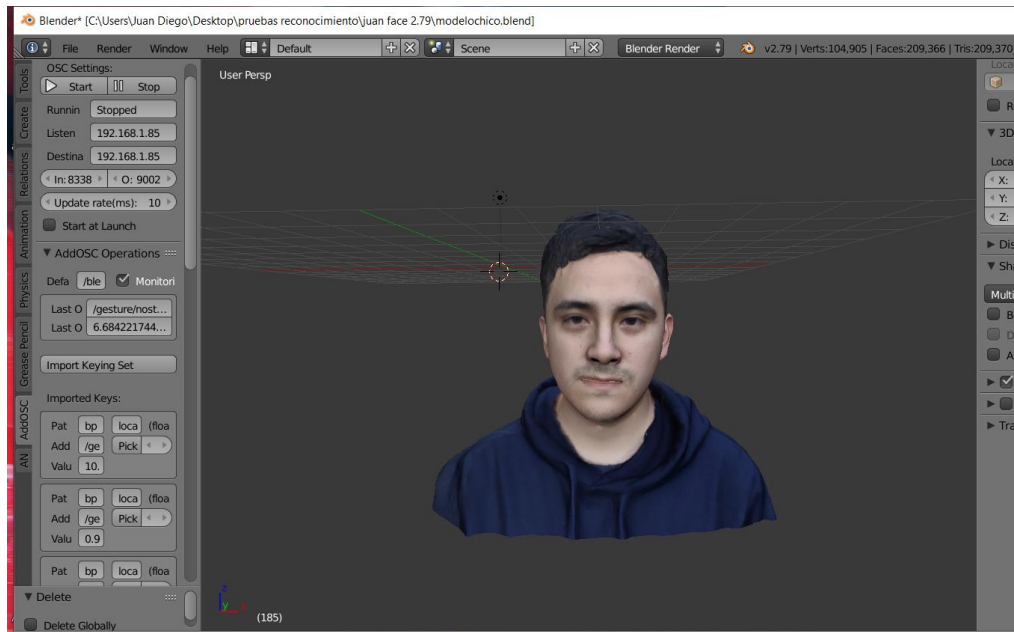


Figura 2.59 Avatar importado en el espacio de trabajo

Fuente: Autor

En el siguiente paso procedemos a crear nuevos ejes que serán usados como referencia para cada una de las posiciones y gestos. Con el comando “Shift+A” se desplazará la ventana de *Add*, nos dirigimos a la opción *Empty* y seleccionamos *Plain Axes*.

En el siguiente listado podemos revisar las posiciones y gestos que podemos usar con FaceOsc.[2]

Pose

- center position: /pose/position
- scale: /pose/scale
- orientation : /pose/orientation

Gestures

- mouth width: /gesture/mouth/width
- mouth height: /gesture/mouth/height
- left eyebrow height: /gesture/eyebrow/left
- right eyebrow height: /gesture/eyebrow/right
- left eye openness: /gesture/eye/left
- right eye openness: /gesture/eye/right

- jaw openness: /gesture/jaw
- nostril flate: /gesture/nostrils

Creamos *plain axes* para cada una de las posiciones y gestos, por lo cual tendremos un total de 11 *plain axes*, los cuales se observan en la figura 2.60

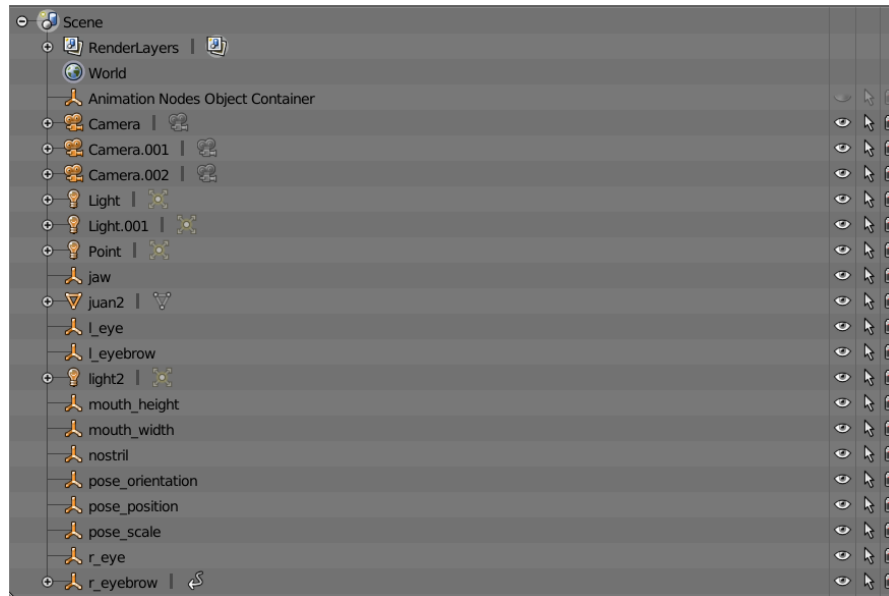


Figura 2.60 Creación de plain axes

Fuente: Autor

Procedemos a seleccionar cada uno de los *plain axes* y crear *keying sets* que serán usados como referencia de posicionamiento para cada uno de los gestos y posiciones de los datos del reconocimiento facial. Para crear un *keying set* seleccionamos el *plain axes*. En este caso seleccionamos “l_eyebrown” que es el movimiento de la ceja izquierda.

Nos dirigimos en la ventana de *transform*, en *location* seleccionamos la locación del eje “Z” y elegimos la opción de “Add a single keying set”, ya que el levantamiento o descenso de la ceja se da en el eje “z” que es el eje en donde varia su posición (véase la figura 2.61).

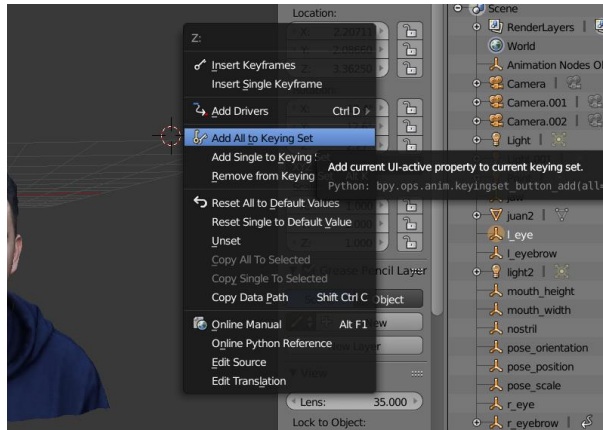


Figura 2.61 Adición de Keying set

Fuente: Autor

Realizamos el mismo proceso para cada uno de los *plain axes* creados. Luego procedemos a importar todos los *keying sets* creados en el *AddOsc*. Para ello nos dirigimos al *AddOsc* luego a *AddOSC Operations* y seleccionamos la opción de *Import Keying Set*.

Nos aseguramos de que en la casilla *Cath* se encuentre el mismo nombre de los *plain axes* y en la casilla de *Address* se encuentre la dirección de acuerdo a cada una de las posiciones o gestos, las cuales podemos observar en el listado de los gestos y posiciones que usa FaceOsc en la figura 2.62.

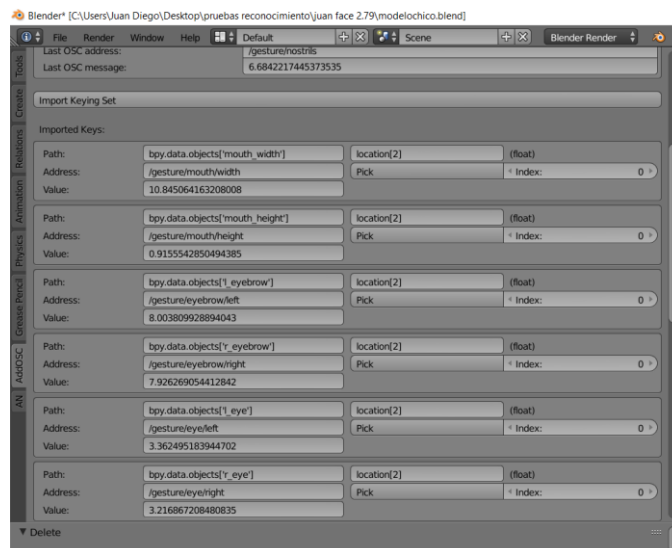


Figura 2.62 Keyins set importados

Fuente: Autor

Como siguiente paso cambiamos a la ventana de *Composition*, abrimos el modo *Node Editor* y el modo *Text editor*. Mantenemos abierto el modo de *3DView* como se observa en la figura 2.63.

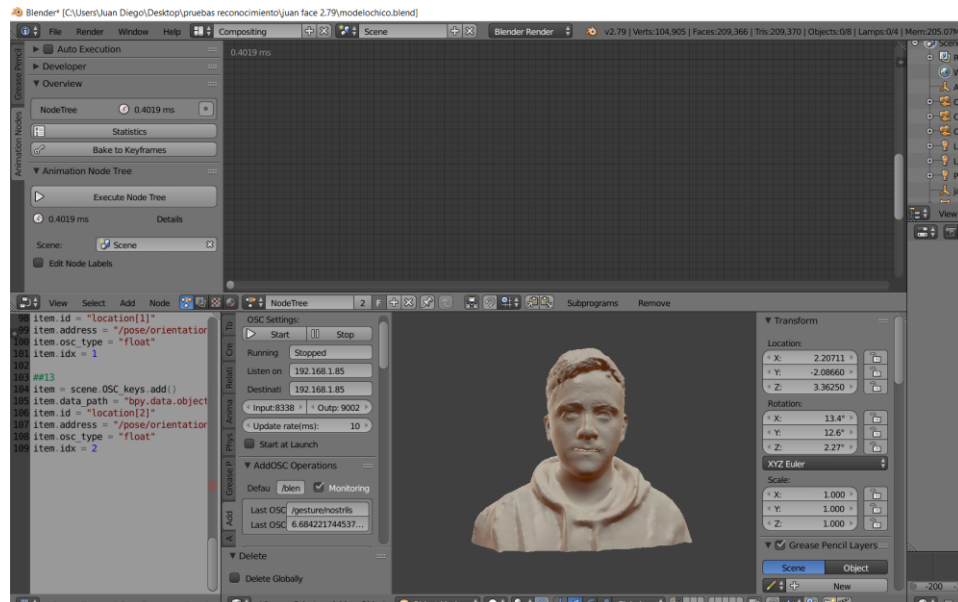


Figura 2.63 Ventana de composition

Fuente: Autor

En el modo de *Text Editor* creamos un nuevo “text data-block” que tendrá el código que contiene la información de cada uno de los keying sets creado como el Path, Address, id osc Type y el idx, mismos datos que se pueden observar en la figura 2.62. El código se puede observar en el apéndice A, algoritmo 1.

Luego creamos un nuevo “text data-block” con el nombre de “OSC_get.py”, la cual contiene el código que nos permitirá seleccionar cada uno de los keying set creados. Los cuales podremos seleccionar ingresando un valor del tipo *Integer* al momento de crear los nodos para conectar los *keying sets* con los *shape keys*. En este código podemos seleccionar desde el *keying set* desde 0 hasta el 10 dependiendo del keying set que deseamos usar. El código se puede observar en el apéndice A, algoritmo 2.

Luego nos dirigimos al modo *Node editor* y en el espacio de trabajo con el comando “Control+A” se nos desplegara el cuadro de búsqueda en donde podremos buscar cada uno de los nodos que serán utilizados. Primero agregamos el nodo de *Script*, en este nodo agregamos el código “OSC_Get.py” y creamos un subprograma

que tendrá el nombre de “OSC_get”. Agregamos un input del tipo *Integer* y un Output del tipo *String*. Esto nos permitirá ejecutar el código creado anteriormente y crear un nombre del subprograma para identificar este grupo en otro lugar (véase la figura 2.64).

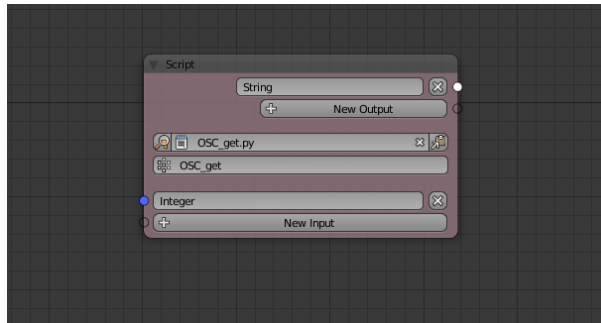


Figura 2.64 Nodo Script

Fuente: Autor

Creamos los nodos que nos permitirán conectar los *keying sets* creados de cada una de las posiciones y gestos, con las diferentes *shapes keys* que fueron creadas para el modelo 3D.

Añadimos el nodo de *Invoke Subprogram* que nos permitirá invocar el subprograma creado anteriormente. Seleccionamos el subprograma *OSC_get* y en el valor del tipo *Integer* como “0” ya que vamos a utilizar la address “gesture/mouth/width”, la cual nos indica la posición del ancho de la boca.

Luego agregamos el nodo de *Parse Number* que se encarga de pasar el dato de tipo *String* a un valor numérico, este valor numérico será la posición del ancho de la boca. Agregamos el nodo de *Map Range*. En este nodo agregamos el rango de posición de la boca cuando está cerrada y cuando sonreímos, de manera que el valor que nos indica en la posición cuando la boca está cerrada la podemos observar agregando un *Viewer*.

El valor en este caso será de 13.7 el cual ingresamos en *input min*, que será el valor cuando la animación este en “0”. Además, observamos también el valor del ancho de la boca cuando sonreímos, el cual nos indica un valor de 17. Agregamos el valor en el *input max* el cual nos indica el valor del *shape key* cuando llegue a un valor “1” lo cual nos indica que se reproduce la animación. Por último, colocamos el nodo de *Object Attribute Output*, en donde elegiremos el *shape key* que se reproducirá el

cual será la animación de felicidad y el objeto que se realizará la animación será el modelo del rostro, en la figura 2.65 se observan los nodos conectados.

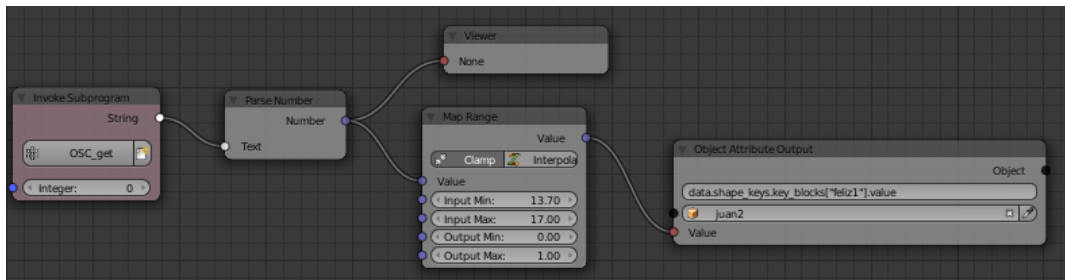


Figura 2.65 Nodos de conexión de shape keys

Fuente: Autor

Ejecutamos los nodos y el reconocimiento facial FaceOSC, procedemos a verificar el funcionamiento. En la figura 2.66 observamos que cuando el valor de la posición del ancho de la boca está en 13.7 o menor a ese valor no se reproduce ninguna animación y en la figura 2.67 observamos que si el valor de posición llega a 17 o es mayor se reproduce la animación.

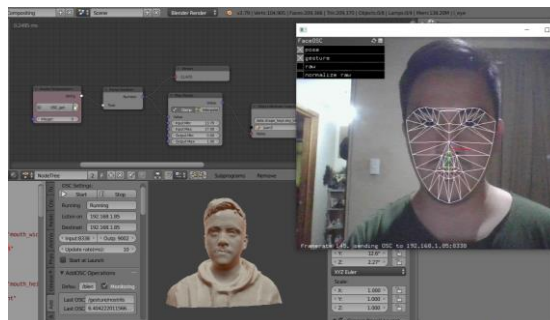


Figura 2.66 Verificación de funcionamiento boca cerrada

Fuente: Autor

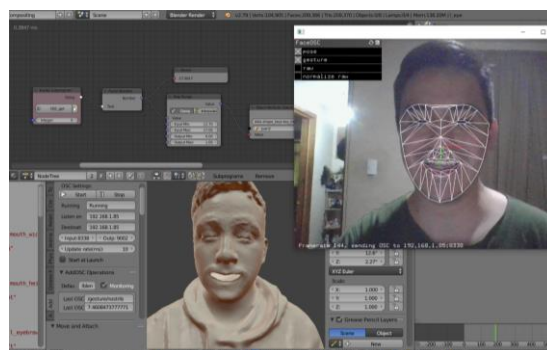


Figura 2.67 Verificación de funcionamiento de activación de animación

Fuente: Autor

Realizamos el mismo proceso para cada uno de los *keying sets* de manera que puedan reproducirse las diferentes animaciones como la apertura de la boca, levantamiento de cejas, expresión de enojo, expresión de tristeza, como se observa en las figuras desde la 2.68 hasta la 2.72.

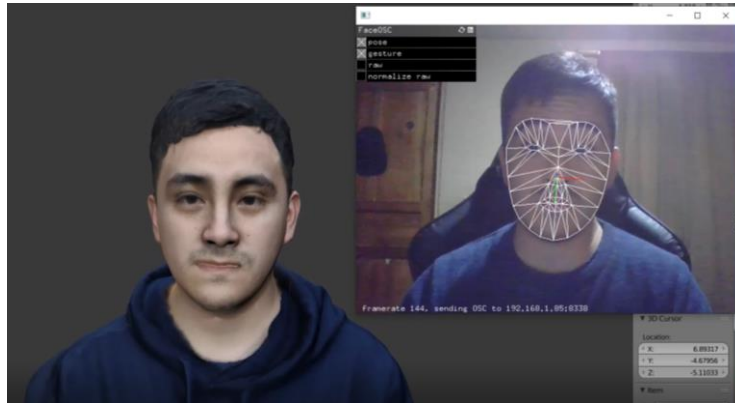


Figura 2.68 Levantamiento de cejas

Fuente: Autor

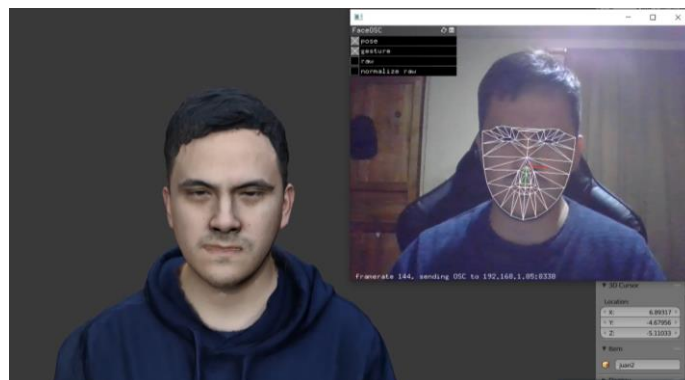


Figura 2.69 Expresión Enojo

Fuente: Autor

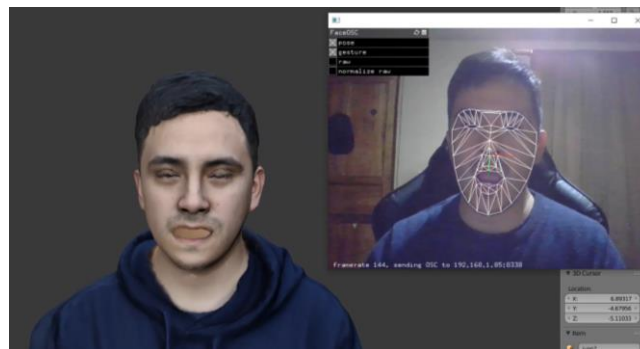


Figura 2.70 Apertura de la boca

Fuente: Autor

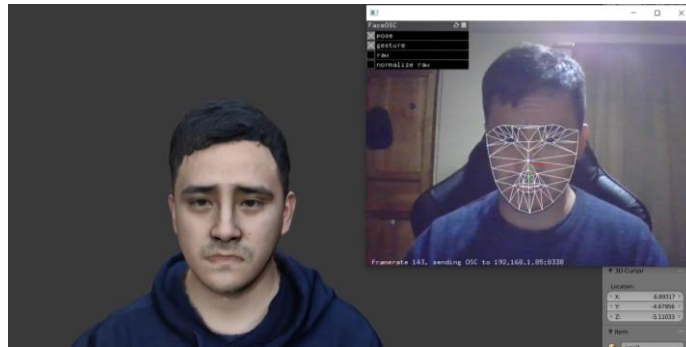


Figura 2.71 Expresión Tristeza

Fuente: Autor

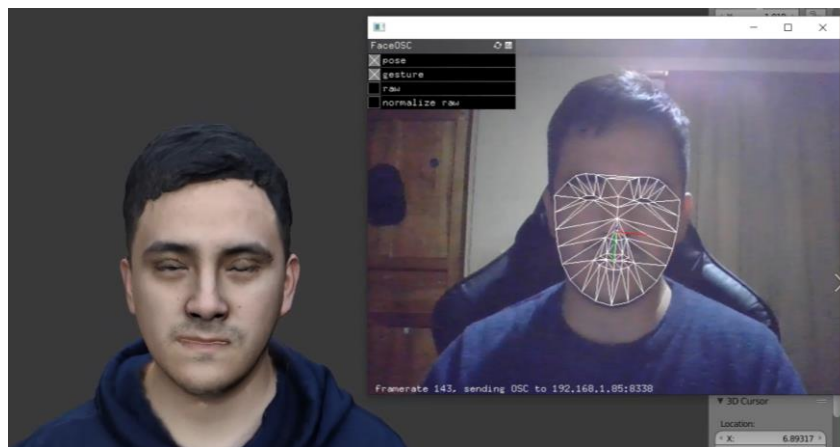


Figura 2.72 Parpadeo

Fuente: Autor

Para realizar el movimiento del rostro de manera que podamos mover el modelo en los ejes “x”, “y”, “z”. De manera que realicemos el movimiento del objeto en el espacio ya sea de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo o acercar y alejar el modelo, dependiendo de la posición del rostro analizada del reconocimiento facial.

De manera parecida a los anteriores pasos agregamos los respectivos nodos, pero en este caso usaremos los *keyings sets* de “/pose/position” y “/pose/scale”. Agregamos los diferentes inputs mínimos y máximos. En este caso agregamos un nodo de *Combine Vector* que nos servirá para combinar los tres valores de posición en “x”, posición en “z” y la escala en “y”.

Por último, agregamos un nodo *Object transform Output* y seleccionamos la primera fila del recuadro donde indica posición de “x”, “y”, “z” y seleccionamos el objeto que será el modelo del rostro (véase la figura 2.73).

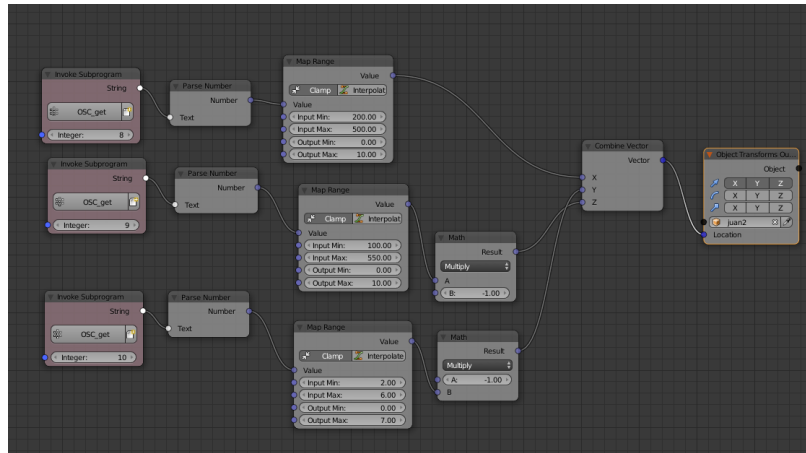
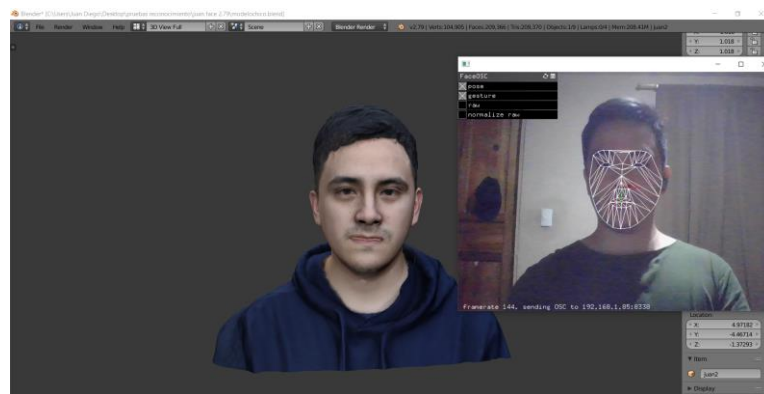


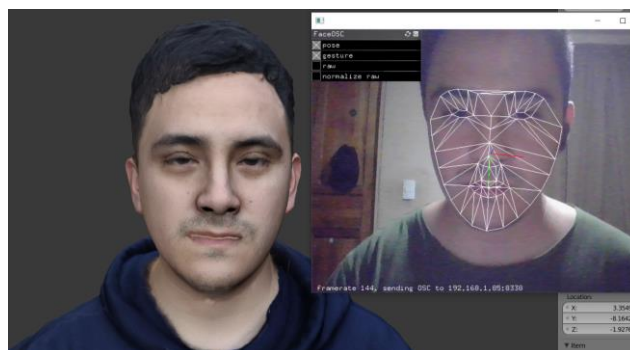
Figura 2.73 Nodos de posicionamiento

Fuente: Autor

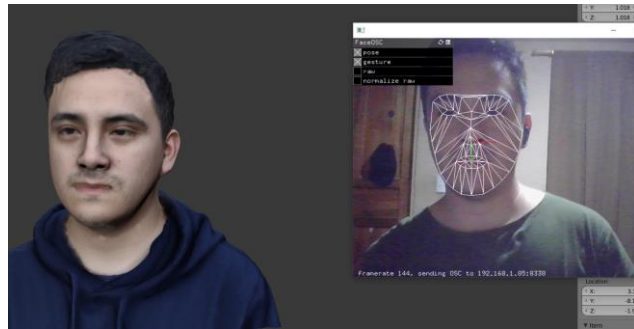
Procedemos a ejecutar y verificar el funcionamiento de los nodos de posicionamiento los cuales se puede observar en la figura 2.74.



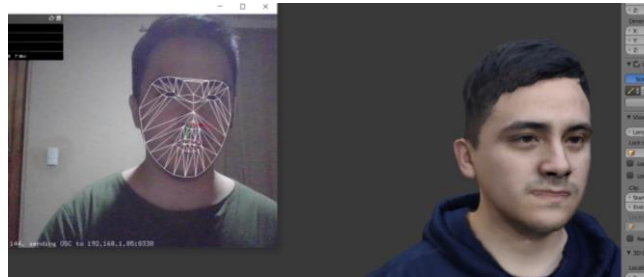
a)



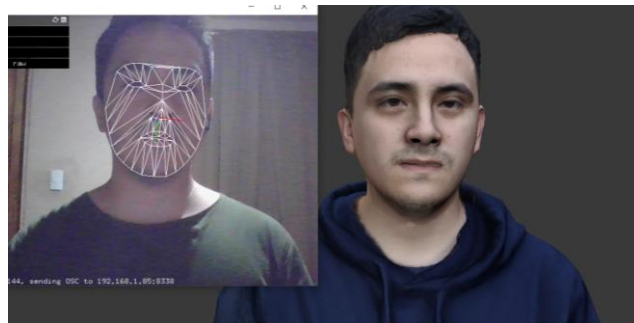
b)



c)



d)



e)

Figura 2.74 Detección del rostro en distintas posiciones en cámara

Fuente: Autor

2.5 SERVIDOR DE VIDEO

En este proceso para poder usar la cámara del móvil de tal forma que podamos realizar el reconocimiento facial, haremos uso de un servidor de video para poder transmitir el contenido de la cámara del móvil como audio y video a través de una red LAN hacia el computador, de manera que podamos usar este contenido transmitido en el computador con la herramienta de FaceOSC para poder realizar el reconocimiento

facial. En la figura 2.75 se puede observar el modelo del funcionamiento del sistema en el ambiente de trabajo.



Figura 2.75 Modelo Funcionamiento del Sistema

Fuente: Autor

Para ello haremos uso de DroidCam que es una aplicación que debemos instalar en los respectivos dispositivos, en este caso el móvil y el computador, de manera que el móvil será el servidor y el ordenador será el cliente.

En la figura 2.76 se muestra el esquema de funcionamiento:

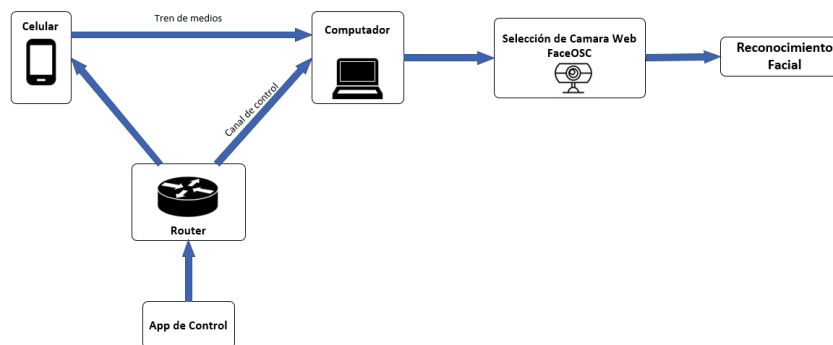


Figura 2.76 Esquema de funcionamiento Servidor de Video

Fuente: Autor

Procedemos a instalar a la aplicación de *DroidCam Client* en nuestro computador y *DroidCam Wireless Webcam* en el móvil.

Una vez instaladas la aplicación en el móvil y en el PC, procedemos a realizar la respectiva configuración para su correcto funcionamiento.

Ejecutamos el *DroidCam Client* y nos aparece una ventana de conexión, que nos indica los diferentes tipos de conexiones que pueden usarse, el dispositivo IP al cual nos vamos a vincular, el puerto el cual por defecto usa *Droidcam* que es el puerto 4747, dos opciones para transmitir video y audio. Como se puede ver en la figura 2.77.

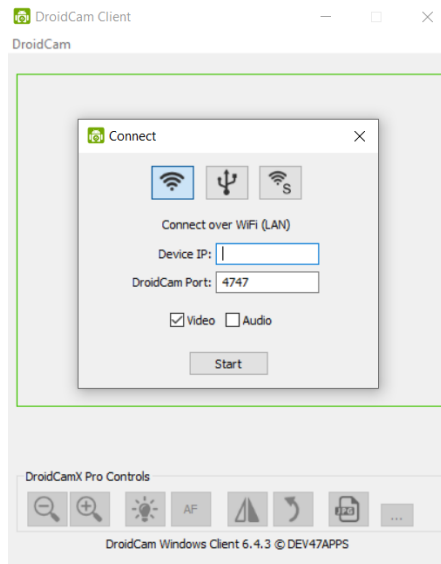


Figura 2.77 Ventana de configuración de DroidCam

Fuente: Autor

En la opción de *Device IP* tendremos que ingresarla dirección IP del móvil a usar. Al dirigirnos a la aplicación del móvil, observaremos que contiene la información de la dirección IP del dispositivo y el puerto que usa por defecto que es el 4747 (véase la figura 2.78).

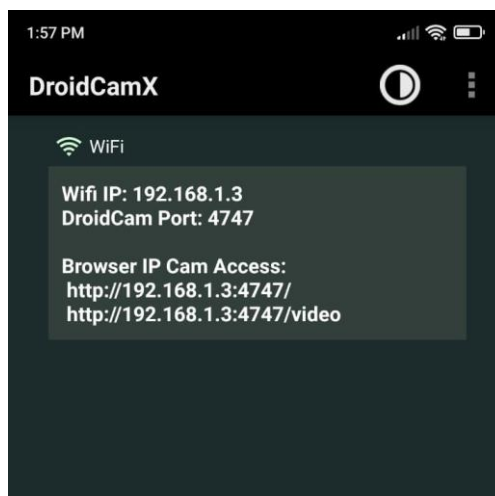


Figura 2.78 Información de IP y puerto del móvil

Fuente: Autor

Con la dirección IP del dispositivo móvil la cual es la 192.168.1.3 procedemos a ingresarla en la ventana de conexión y presionamos en la opción de Start como se observa en la figura 2.79.

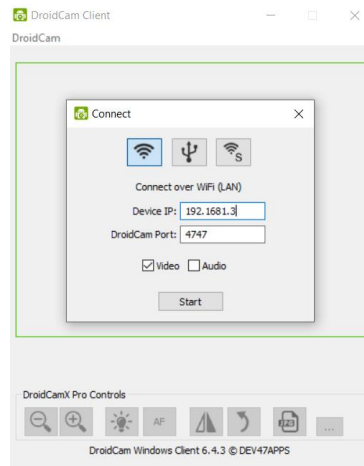


Figura 2.79 Ingreso de dirección IP del móvil

Fuente: Autor

Iniciado el servidor podemos comprobar en la transmisión de video de la cámara del móvil, en la pantalla del computador como se puede observar en las figuras 2.80 y 2.81.



Figura 2.80 Cámara del móvil

Fuente: Autor

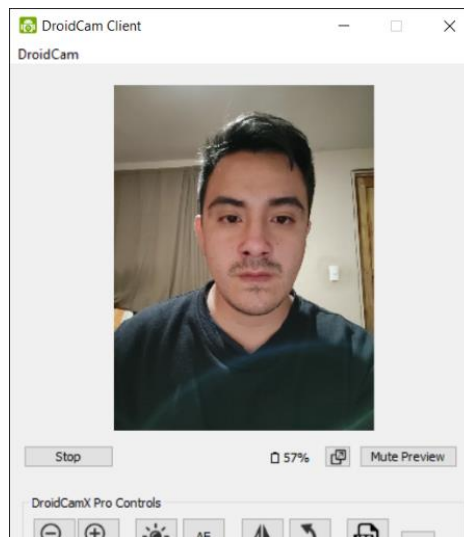


Figura 2.81 Previsualización DroidCam Client Ordenador

Fuente: Autor

Para poder usar la cámara de móvil con DroidCam Client para realizar el reconocimiento facial mediante FaceOSC, debemos configurar que dispositivo vamos a usar en *FaceOSC*. Por lo cual nos dirigimos al archivo “settings.xml” que se encuentra dentro de la carpeta *data* en *Fase osc*. Procedemos a abrir el archivo con el bloc de notas para poder modificarlo, como se observa en la figura 2.82.

Nos dirigimos en la parte de *camera* y en *device* observamos que se encuentra colocado como “<device>1</device>”, el 1 nos indica que está usando la cámara predeterminada del computador. Por lo cual para hacer uso del DroidCam Client seleccionamos como dispositivo “<device>2</device>”.

```
*settings.xml: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
<faceosc>
  <!-- to use a default value, leave the tag commented out -->

  <!-- choose the input source, set useCamera to 0 to use a movie -->
  <source>
    <useCamera>1</useCamera>
  </source>

  <!-- camera input settings -->
  <camera>
    <device>2</device>
    <!-- <framerate>30</framerate> -->
    <width>640</width>
    <height>480</height>
  </camera>
```

Figura 2.82 Selección de cámara FaceOSC

Fuente: Autor

Seleccionado el dispositivo, ejecutamos FaceOSC y verificamos que esté funcionando el reconocimiento facial, como se puede observar en la figura 2.83.

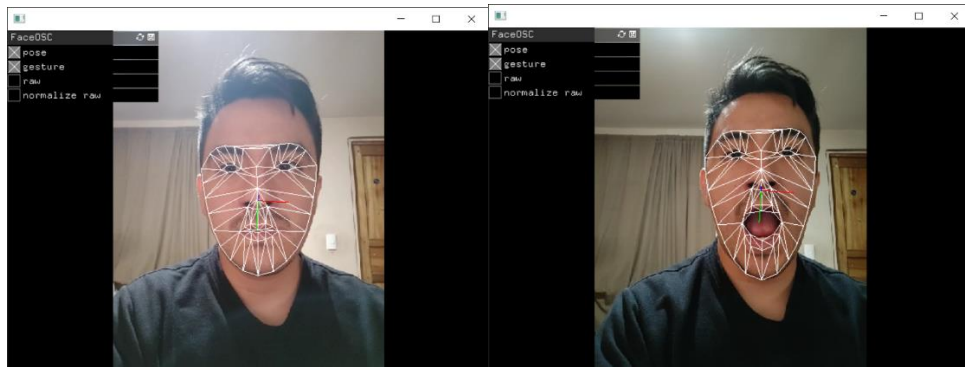
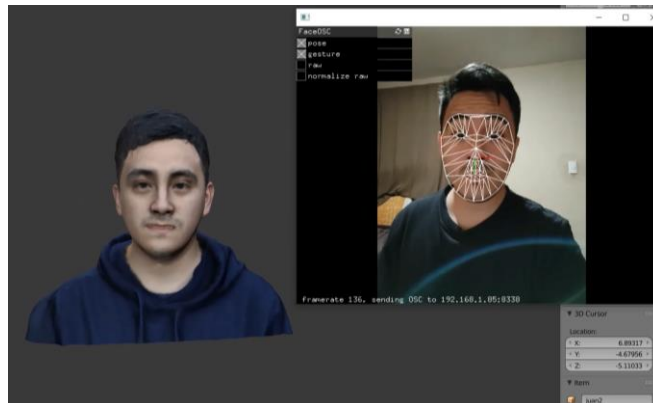


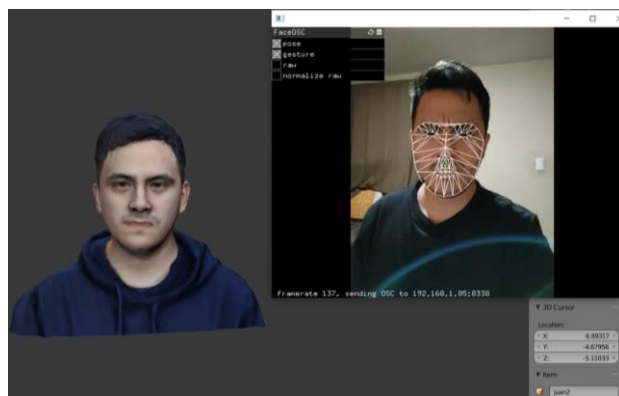
Figura 2.83 Verificación de reconocimiento facial

Fuente: Autor

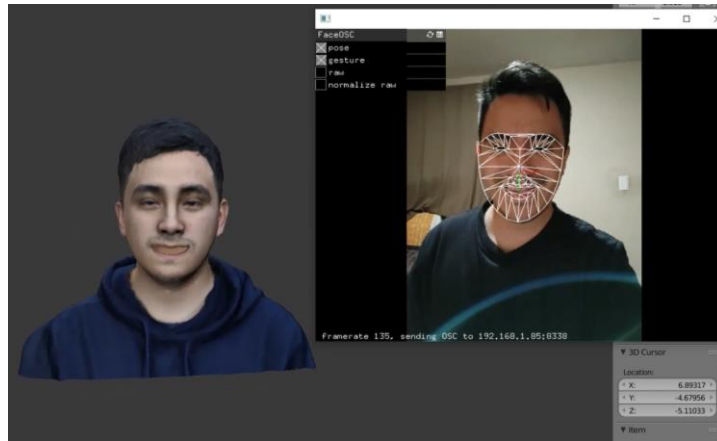
Por último, procedemos a verificar el funcionamiento del reconocimiento facial realizado mediante la cámara del móvil con el modelo del avatar en Blender, el funcionamiento se observa en la figura 2.84.



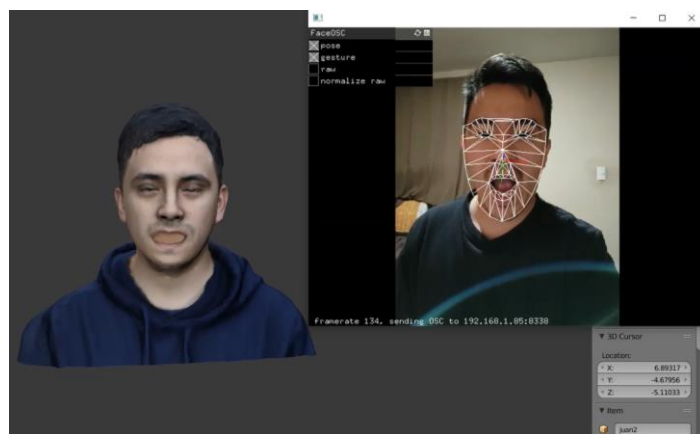
a)



b)



c)



d)

Figura 2.84 Pruebas de expresiones con reconocimiento facial

Fuente: Autor

2.6 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL ENTRENAMIENTO EMOCIONAL

El desarrollo de la aplicación móvil se enfoca en un entrenamiento emocional mediante los avatares generados, los cuales presentaran una seria de animaciones que simulan distintos tipos de emociones. El usuario tendrá dos modos de juego, los cuales se basarán en:

- Aprendizaje
- Reconocimiento

El modo aprendizaje se basará en mostrar cómo se expresa el rostro ante los distintos tipos de emociones seleccionadas. En cambio, el modo Reconocimiento de basa en las expresiones faciales mostradas, para reconocer que tipo de emoción está sintiendo el avatar, el cual el usuario tendrá 3 distintas emociones y deberá escoger la emoción correcta. Se basa en un modo de juego de niveles desbloqueables.

2.6.1 EL COLOR AZUL Y EL TEA

El color azul en los últimos años se ha convertido en el símbolo del TEA, representa el diario vivir de las Familias de las personas con TEA, muchos lo toman como el Mar, en un día soleado el mar se encuentra tranquilo y en una tormenta el mar se encuentra muy inestable. Lo mismo sucede en la vida de los niños o niñas con TEA hay días serenos y en otros días son tormentosos. Con este contexto se optó por diseñar una interfaz que en su mayoría es representada por el color azul.

2.6.2 DESARROLLO DE LAS INTERFAZ

El desarrollo de la interfaz comienza con una escena en blanco la cual mostrara un simple fondo con un suelo de color ratón y un cielo difuminado de color celeste como se observa en la figura 2.85.

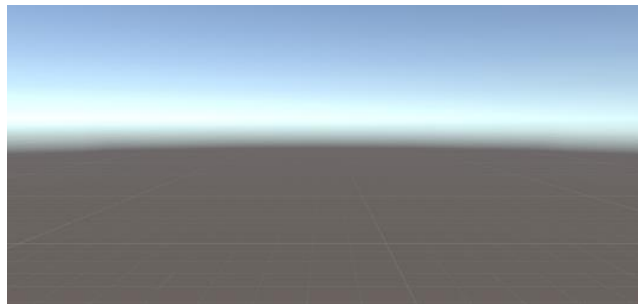


Figura 2.85 Escena en blanco de Unity

Fuente: Autor

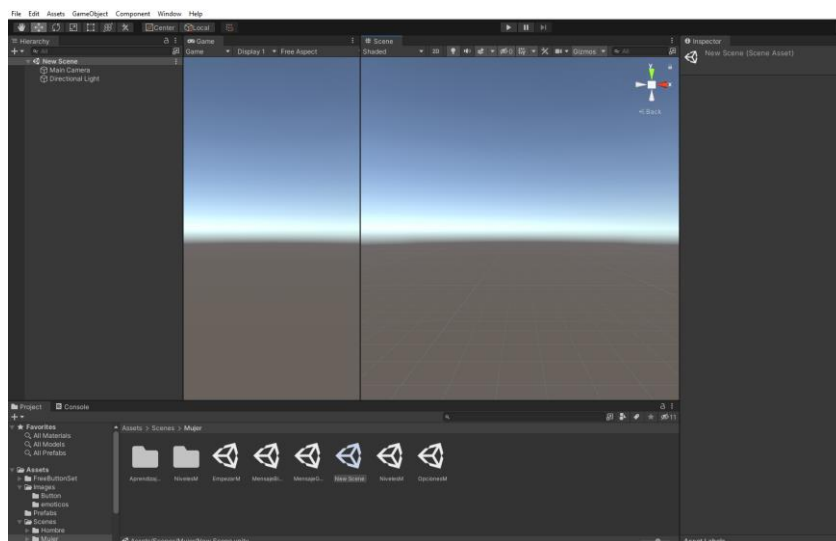


Figura 2.86 Interfaz de Unity

Fuente: Autor

En la figura 2.86 se puede visualizar la interfaz del programa Unity, usado para la creación de la Aplicación, este programa esta modificado para desarrollar la app de una manera más sencilla:

La ventana **Hierarchy** nos mostrara toda la jerarquía de la aplicación en cada escena creada, la cual contiene todos los elementos a ser visualizados, como botones, títulos, imágenes entre otros.

La ventana **Game** nos mostrará cómo se visualizará cada escena directamente en el móvil, esto nos ayudará a modificar las posiciones y tamaños de los elementos en cada escena

La ventana **Inspector** mostrará las especificaciones y características de cada elemento que tengamos para la creación del móvil, así como también nos ayudará para agregar o modificar características de los mismos.

En la ventana **Scene** insertaremos cada uno de los elementos así mismo, se modificarán de la mano con la ventana inspector para un trabajo más sencillo.

La ventana **Project** contiene cada uno de los elementos a usar dentro de carpetas, el cual será más fácil pasar de una escena a otra usando las imágenes, tipos de letra, botones o scripts usados.

La ventana **Console** va de la mano de los scripts, nos informará si en algún momento del desarrollo de la app tenemos algún tipo de error.

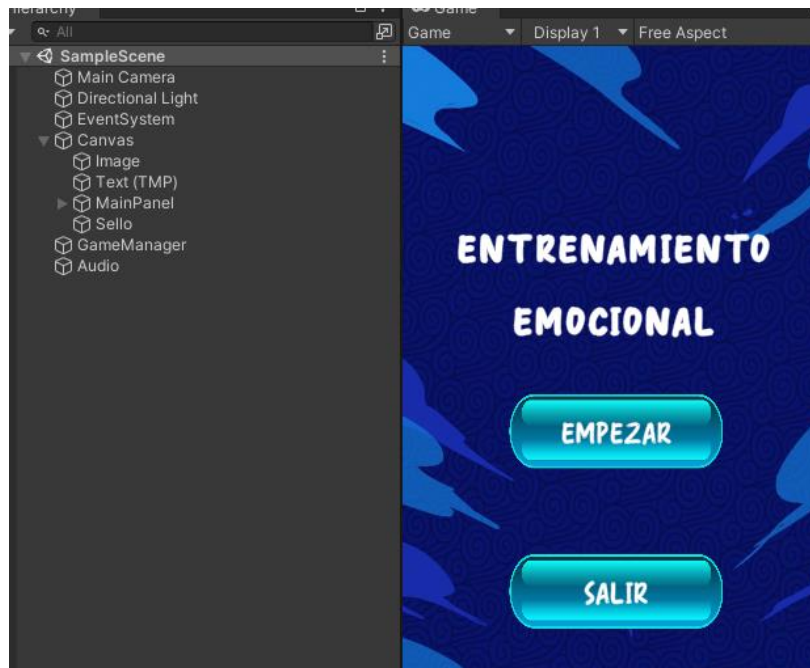


Figura 2.87 Importancia de Canvas

Fuente: Autor

En la figura 2.87 observamos que Canvas guarda todos los elementos UI en un solo GameObject. En este elemento todos los UI como botones, textos, imágenes serán almacenados y serán como hijos de Canvas.

2.6.2.1 ESCENA PRINCIPAL

Lo que se busca en la aplicación es que sea lo más sencilla posible para su uso, razón por la cual se optó por dos simples botones en la pantalla de inicio, el botón ‘comenzar’ nos llevara a la siguiente escena mientras que el botón ‘Salir’ nos dará la opción de cerrar la app. Por lo que la escena inicial se muestra en la Figura 2.88.

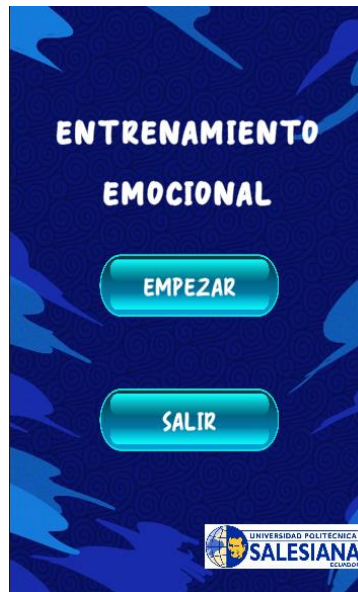


Figura 2.88 Escena Inicial

Fuente: Autor

2.6.2.2 SEGUNDA ESCENA: OPCIÓN DE INTERACCIÓN

La segunda escena se observa en la figura 2.89, la cual se basa en 3 botones de opciones, aquí el usuario escogerá con quien dese interactuar, ya sea con un hombre, o con una mujer, la tercera opción se presenta en un botón de color rojo la opción de volver a la escena anterior.



Figura 2.89 Segunda Escena, opción de sexo

Fuente: Autor

2.6.2.3 TERCERA ESCENA: OPCIÓN DE MODO DE JUEGO

La tercera escena se observa en la figura 2.90, esta dependerá del avatar hombre o mujer que escogió el usuario, tendrán las mismas opciones, pero con una ligera diferencia en colores por el sexo, las opciones de esta escena son:

- Aprendizaje
- Reconocimiento
- Volver



Figura 2.90 Tercera Escena en modo hombre y mujer respectivamente

Fuente: Autor

2.6.2.4 ESCENA APRENDIZAJE

La escena aprendizaje se basa en mostrar las expresiones emocionales, cada emoción representada en un botón que el usuario podrá presionar. El usuario tendrá 6 tipos de emociones como se observa en la figura 2.91, cada una con un emoji a lado de acuerdo al nombre de la emoción. Esta escena es la misma tanto en el avatar hombre como en el avatar mujer, con una ligera diferencia en colores.



Figura 2.91 Escena de Aprendizaje

Fuente: Autor

2.6.2.5 ESCENA RECONOCIMIENTO

La escena reconocimiento se basa en un modo de juego con niveles desbloqueables como se aprecia en la figura 2.92.



Figura 2.92 Escena de Reconocimiento, juego de niveles desbloqueables

Fuente: Autor

2.6.2.6 ESCENA APRENDIZAJE: EMOCIONES

Las emociones son gifs creados a partir de los avatares generados, cada uno relacionado con la emoción a escoger, sorpresa, miedo, enojo, tristeza, confusión y alegría, estos son cargados cada uno en una escena que se mostrara cuando el usuario la escoja, esto se observa en la figura 2.93. En cada escena se presentará una opción de ‘Atrás’, esto con la finalidad de que el usuario se tome el tiempo necesario para aprender y reconocer la emoción que está expresando el avatar.



Figura 2.93 Escena aprendizaje: emociones

Fuente: Autor

2.6.2.7 ESCENA RECONOCIMIENTO: NIVELES DE JUEGO

Basado en las emociones de la escena aprendizaje, el modo reconocimiento busca que el usuario luego de aprender los distintos tipos de emociones presentadas pueda reconocerlas. Las 6 emociones representan 6 niveles de juego, al ingresar en cada nivel se le mostrará las emociones con 3 opciones, el usuario deberá visualizar la emoción presentada, y reconocerla presionando la opción correcta. Adicionalmente e las 3 opciones habrá un botón de ‘Atrás’ (véase la figura 2.94).



Figura 2.94 Escena Reconocimiento: Niveles de Juego

Fuente: Autor

En caso de que el usuario falle en reconocer la emoción presentada se le presenta un mensaje de error por 3 segundos (véase la figura 2.41):

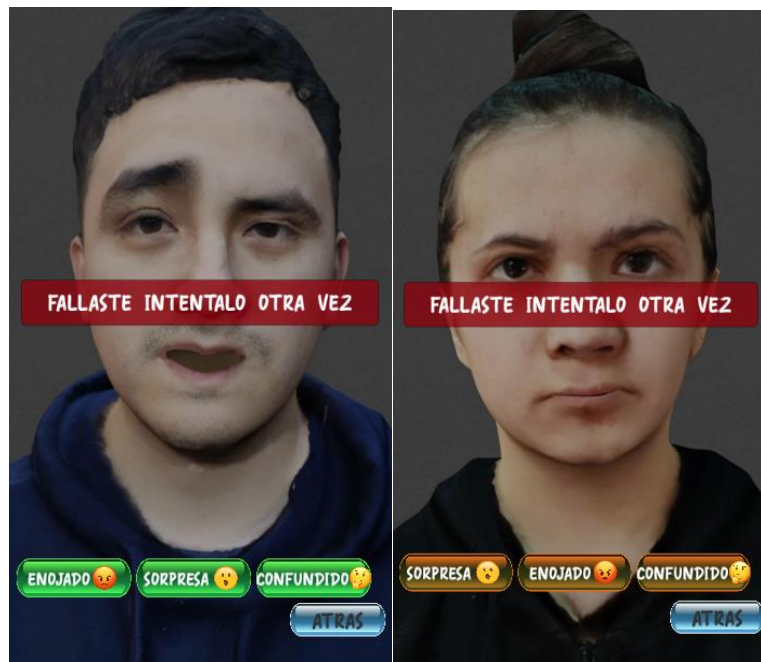


Figura 2.95 Escena Reconocimiento: Error

Fuente: Autor

Cuando el usuario escoja la opción correcta se le presentará un mensaje en forma de felicitación como se aprecia en la figura 2.96, al presionar el botón 'OK' se regresará al menú de niveles con el siguiente nivel desbloqueado como se observa en la figura 2.97.



Figura 2.96 Mensaje de acierto

Fuente: Autor



Figura 2.97 Escena de niveles desbloqueados

Fuente: Autor

Cuando el usuario complete todos los niveles se presenta un mensaje de felicitaciones como se observa en la figura 2.98, esto con el fin de generar una emoción satisfactoria en el niño o niña.



Figura 2.98 Mensaje de Juego Terminado

Fuente: Autor

CAPÍTULO 3: PRUEBAS Y RESULTADOS

El siguiente capítulo comprende el análisis de las pruebas realizadas sobre la aplicación de entrenamiento emocional a dos grupos de niños, el primer grupo orientado a niños neurotípicos (TD) y el segundo a niños con TEA (ASD).

3.1 DESCRIPCIÓN DE ENCUESTA

En el apéndice C, se puede observar las dos encuestas realizadas a los niños, ambas encuestas constan de 19 preguntas, divididas en dos partes orientadas a la percepción del niño y a la percepción del observador o terapeuta. La encuesta 1 que está dirigida a los niños con TEA y la encuesta 2 dirigida para niños neurotípicos (TD), estas encuestas están diseñadas en la escala de Likert para que el terapeuta o el observador tenga facilidad en poder llenarla. Las siguientes encuestas permitirán determinar la percepción de los terapeutas y observadores acerca del uso de la aplicación móvil y referencias cuantitativas de valoración con respecto al reconocimiento de emociones de los avatares diseñados.

3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El número de niños que realizaron las pruebas fueron 31, mismos que están divididos como 14 niños neurotípicos y 17 niños con TEA, aunque para el análisis de los resultados tuvimos que eliminar los datos de dos niños de TEA, esto debido a que no tuvieron interacción con la aplicación además de no tener ningún interés en realizar el entrenamiento, por lo que se realizó el análisis para un total de 29 niños. La encuesta no pudo llegar a más niños debido a los problemas generados por la pandemia del COVID-19 como restricciones de movilización, toque de queda, restricción en el aforo de personas y la apertura de las instituciones.

Realizadas las pruebas procedimos a efectuar un análisis mediante dos métodos, el primer método es el alfa de Cronbach el cual trata de evaluar la fiabilidad y aceptación de una herramienta. El segundo método es el análisis estadístico descriptivo que indica gráficamente los resultados que fueron obtenidos.

Las encuestas fueron realizadas siguiendo la escala de Likert y para realizar el cálculo del alfa de Cronbach es necesario que las respuestas sean transformadas de un

rango del 1 al 5, en donde 1 es el rango bajo y 5 el más alto, por lo cual debemos cambiarlos por números. En la siguiente tabla 3.1 se observa las repuestas de la encuesta transformadas a números.

Tabla 3.1 Cambio a valores cuantitativos

Fuente: Autor

Cambio a valores cuantitativos	5	4	3	2	1
Escala de Likert	Muy Alto	Alto	Normal	Bajo	Muy Bajo
Escala de Likert	Muy Sencillo	Sencillo	Normal	Complejo	Muy Complejo
Escala de Likert	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto
Escala de Likert	Muy Buena	Buena	Normal	Mala	Muy Mala
Escala de Likert	Demasiado Tiempo	Mucho Tiempo	Un tiempo normal	Poco Tiempo	Muy poco tiempo
Escala de Likert	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo

En el Apéndice D, comprende las transformaciones de las encuestas realizadas, en donde consta las tablas de los resultados de transformación de cada una de las preguntas realizadas, divididos en dos grupos de niños: el grupo de TD o niños neurotípicos y el grupo ASD o niños con TEA.

3.2.1 GRUPO TD (NIÑOS NEUROTÍPICOS)

El grupo TD consta de un total de 14 niños, divididos de la siguiente manera.



Figura 3.1 Análisis de los niños encuestados grupo TD

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 3.1 el género masculino tiene un 79 % equivalente a 11 niños, mientras que el género femenino tiene un 21 % equivalente a 3 niñas.

3.2.1.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CADA PREGUNTA

En la figura 3.2 se presentan los resultados para la primera pregunta ¿Cuál fue el avatar que eligió el niño en el inicio del juego? El 71% escogió el avatar Hombre y el 29 % el avatar de Mujer, con estos resultados podemos analizar que los niños neurotípicos tienden a relacionarse mejor con su mismo género.

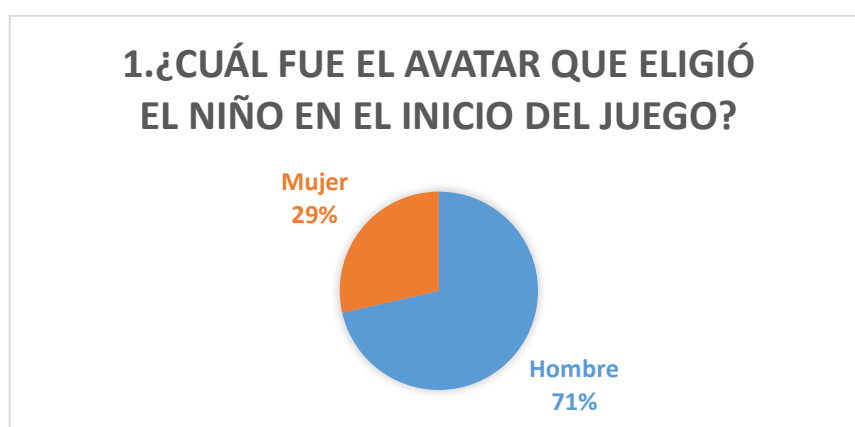


Figura 3.2 Análisis de la pregunta 1 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.3 se observa la respuesta para la pregunta ¿Cuál fue el nivel de interés del niño cuando se le presentó la aplicación móvil? Obteniendo como resultado un 79% de muy alto interés, 14% de interés Alto y un 7% Normal, por lo cual vemos que la mayoría de niños presento interés al mostrarles la aplicación móvil.

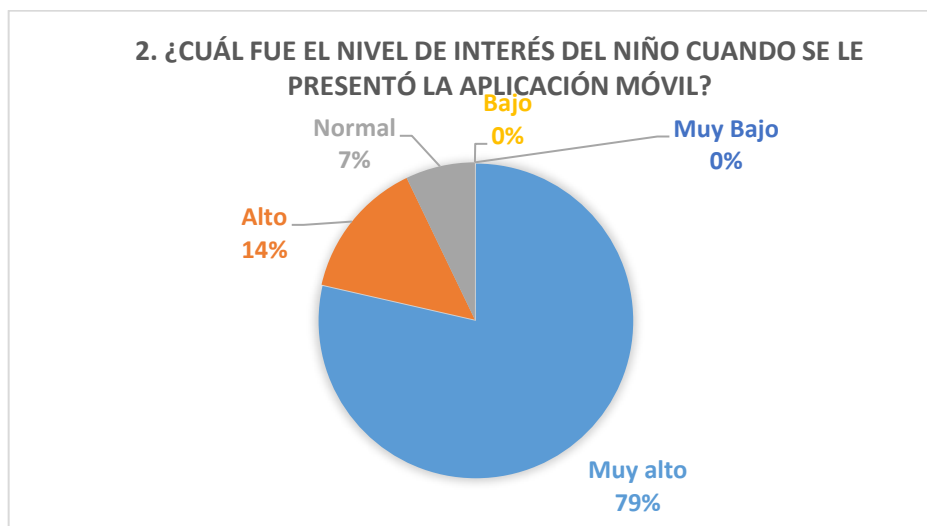


Figura 3.3 Análisis de la pregunta 2 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.4 se presentan los resultados de la tercera pregunta ¿Cuál fue el nivel de interés del niño hacia interactuar con la aplicación móvil? Obteniendo como resultados un 86% de muy alto interés y 14% de alto interés, deduciendo que todos los niños mostraron gran interés por querer interactuar con la aplicación.

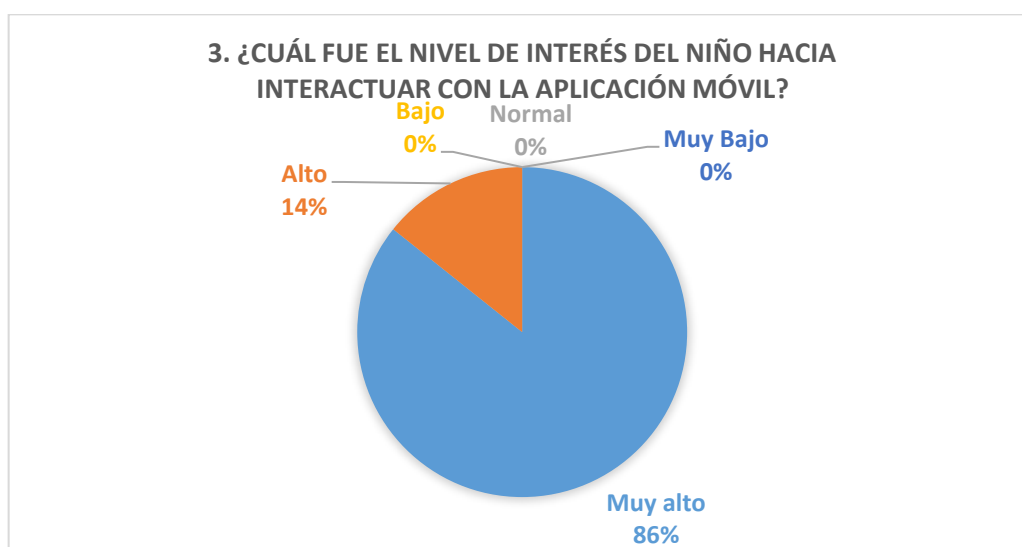


Figura 3.4 Análisis de la pregunta 3 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.5 se observa los resultados obtenidos en la cuarta pregunta ¿Cuál fue el nivel de complejidad mostrado por el niño al utilizar la aplicación? Obteniendo un 79% Muy sencillo y un 14% sencillo, por lo cual tenemos un alto porcentaje de respuesta en donde les fue sencillo el uso de la aplicación móvil y vemos que para un 7% tuvo un nivel normal.

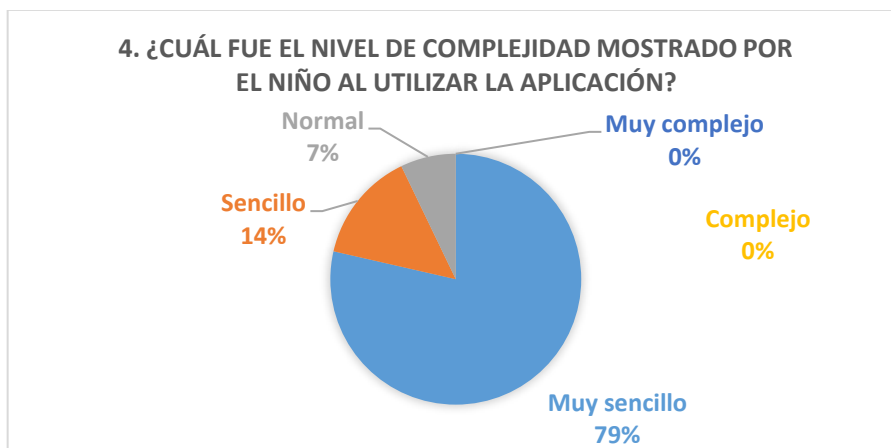


Figura 3.5 Análisis de la pregunta 5 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.6 se presenta los resultados para la quinta pregunta 5. ¿Cuál fue el nivel de reconocimiento de las emociones a partir de las expresiones faciales del avatar? Se observa que un 36% tuvo un nivel de reconocimiento alto sobre las expresiones faciales del avatar, un 14% fue Alto, un 43% fue normal y un 7% fue Bajo al poder reconocer las expresiones. Demostrando un buen resultado el reconocimiento de las emociones.

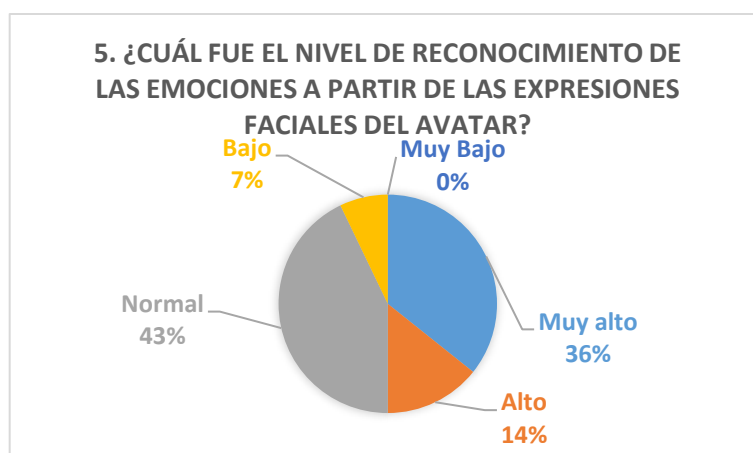


Figura 3.6 Análisis de la pregunta 5 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.7 se muestra el resultado de la pregunta ¿Cuál fue el nivel de realismo que usted considera que presentó el avatar? Obteniendo como resultado 21% contesto Muy alto, un 43 % Alto, un 7% Bajo. Con estos resultados podemos analizar que el nivel de realismo de los avatares está en un nivel alto y aceptable.

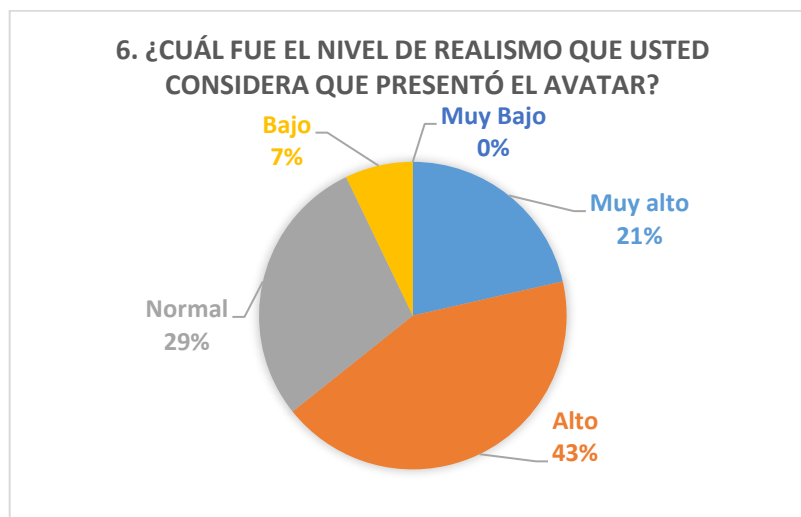


Figura 3.7 Análisis de la pregunta 6 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.8 se muestra los resultados de la séptima pregunta ¿Cuál fue el nivel de incomodidad mostrada? Dando como resultados un 93% de los niños muy bajo nivel de incomodidad con respecto al diseño del avatar y un 7% fue bajo. Mostrando que los diseños de los avatares son atractivos y agradables para los niños.

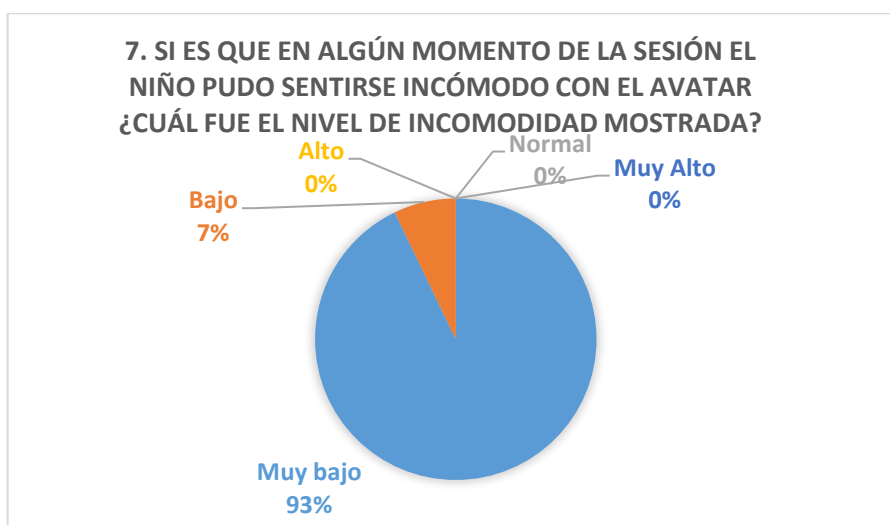


Figura 3.8 Análisis de la pregunta 7 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.9 se observan los resultados de la pregunta ¿En qué nivel considera usted que la utilización de la aplicación facilitó el proceso de reconocimiento emocional? Donde se obtuvo que un 57% fue Muy alto y un 43% Alto, mostrando que la aplicación ayudo en el proceso de reconocimiento emocional.

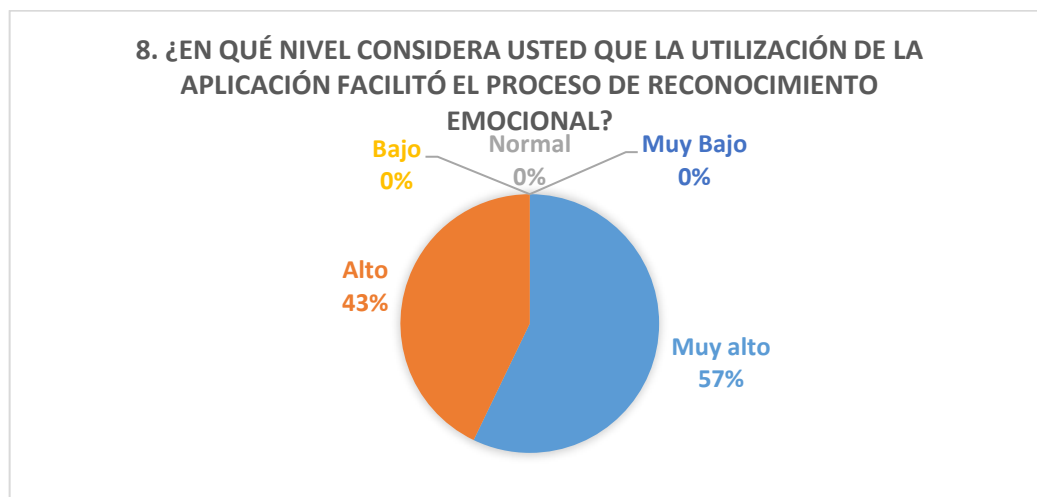


Figura 3.9 Análisis de la pregunta 8 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.10 se aprecian los resultados de novena pregunta ¿Cuál considera usted que fue la reacción del niño hacia la apariencia física de los avatares en la expresión de emociones? Dando como resultado 57% que consideran las expresiones como Muy buena, un 22% Buena y un 21% Normal. Dando una buena aceptación en las expresiones faciales de los avatares.

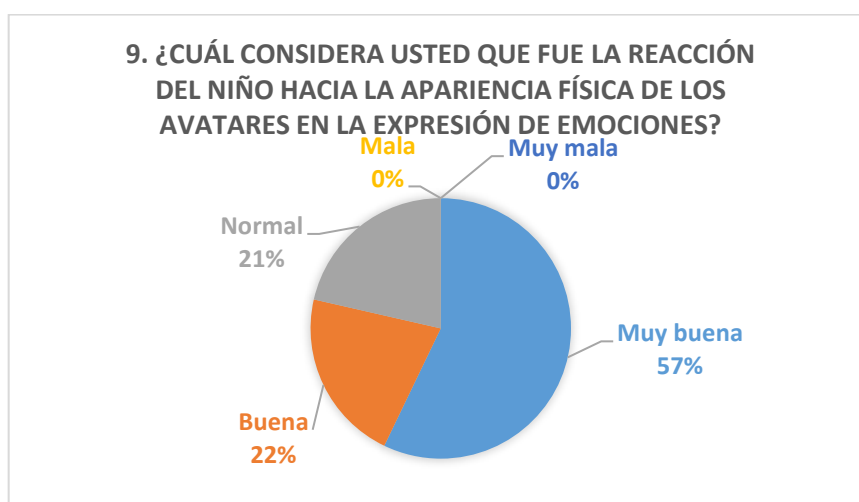


Figura 3.10 Análisis de la pregunta 9 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.11 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuánto tiempo le costó al niño reconocer las emociones en el modo reconocimiento del juego? El 50 % respondió Muy poco tiempo, el 29% Poco tiempo, 21% Un tiempo normal. Demostrando que los niños reconocieron con facilidad las emociones.

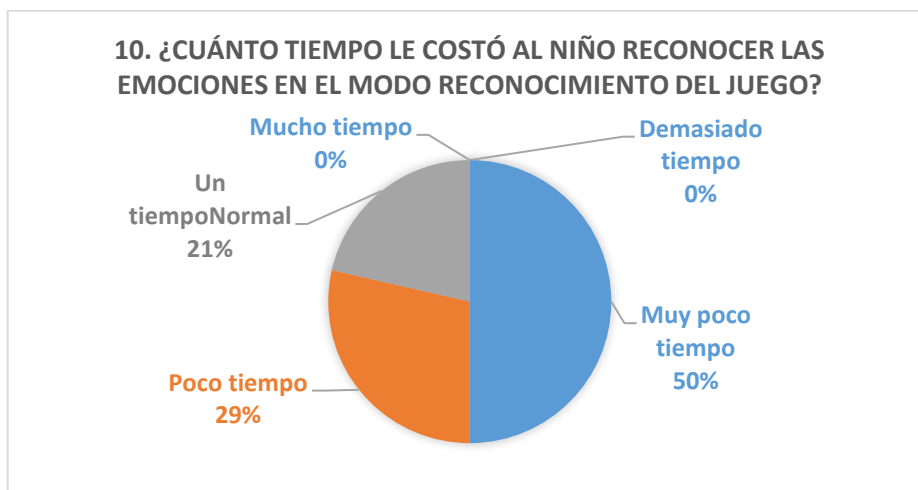


Figura 3.11 Análisis de la pregunta 10 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.12 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor dificultad? El 36% respondió confundido, 36% miedo y un 28% Sorpresa. Demostrando que la emoción confundido y miedo no es reconocido por la mayoría de los encuestados.

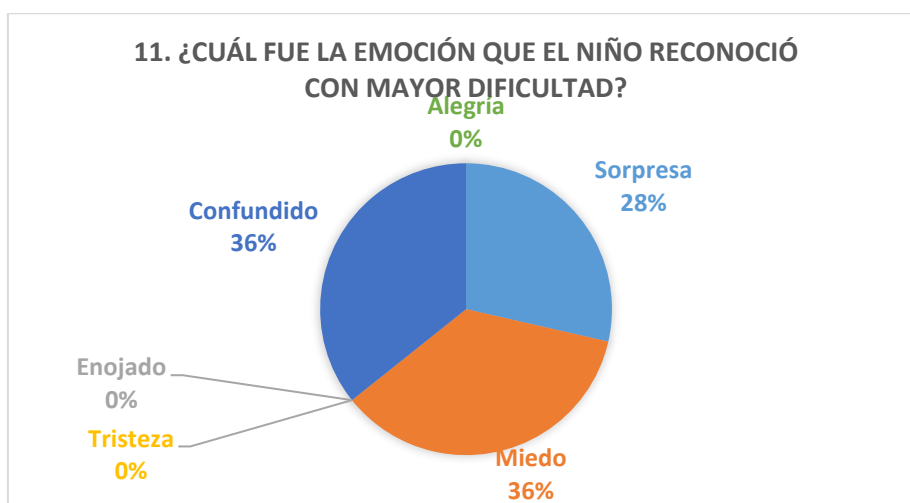


Figura 3.12 Análisis de la pregunta 11 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.13 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor sencillez? El 36% respondió Alegría, el 43% Tristeza y el 21% Enojado.

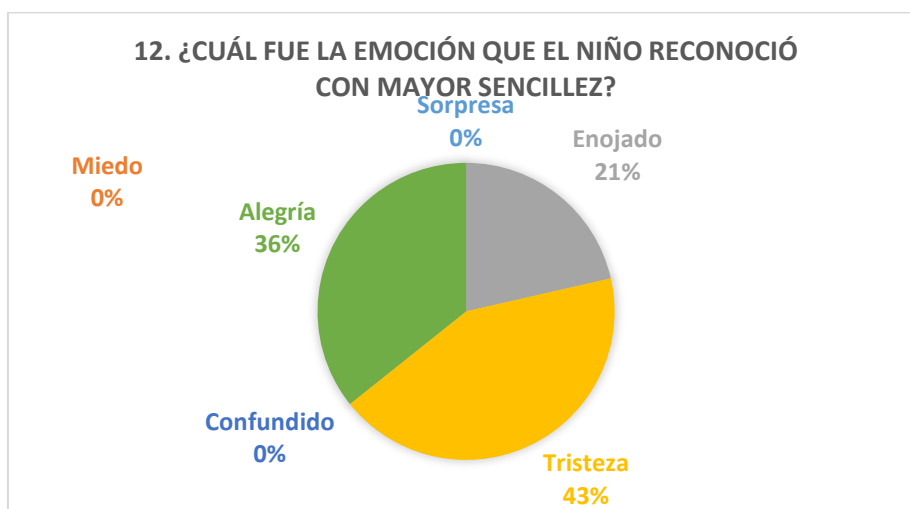


Figura 3.13 Análisis de la pregunta 12 grupo TD

Fuente: Autor

Los resultados de la pregunta ¿Qué opina de los avatares como soportes tecnológicos en el entrenamiento emocional? se observan en la figura 3.14. Dando como resultados un 79% que consideran muy bueno y un 21% Bueno.

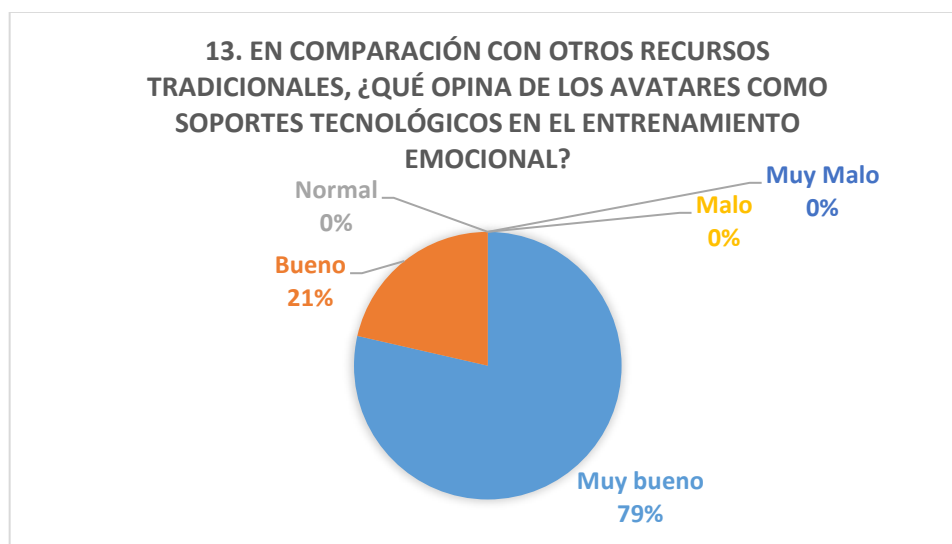


Figura 3.14 Análisis de la pregunta 13 grupo TD

Fuente: Autor

Los resultados de la pregunta ¿Estaría de acuerdo en incorporar los avatares como herramientas terapéuticas para el desarrollo de sus intervenciones? se observan

en la figura 3.15. Dando como resultados un 100% Completamente de acuerdo en poder incorporar avatares como herramientas terapéuticas.

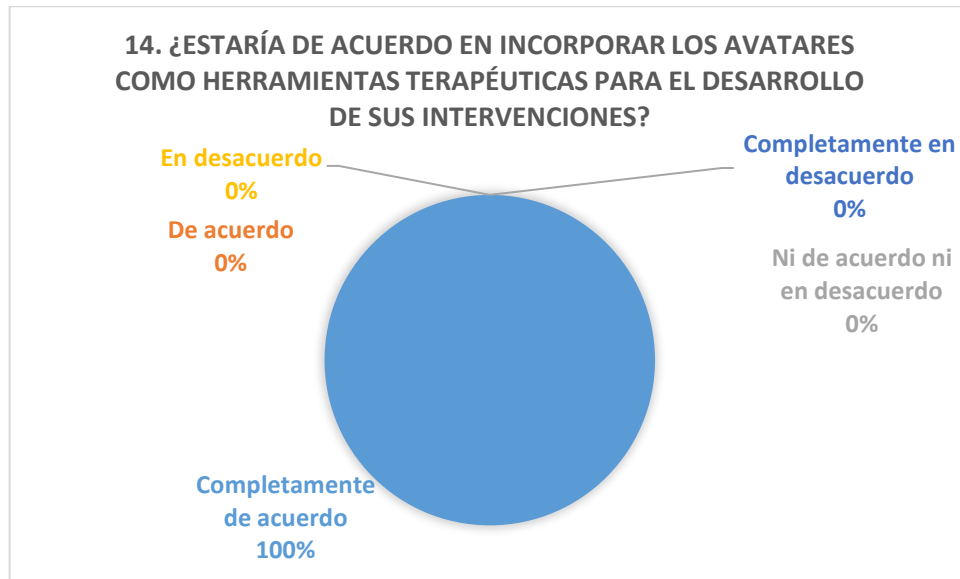


Figura 3.15 Análisis de la pregunta 14 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.16 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría dispuesto a participar como modelo en el proceso de construcción de los personajes 3D para futuras aplicaciones? El 43% está Completamente de acuerdo, un 50% respondió que estaría De Acuerdo y un 7% Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

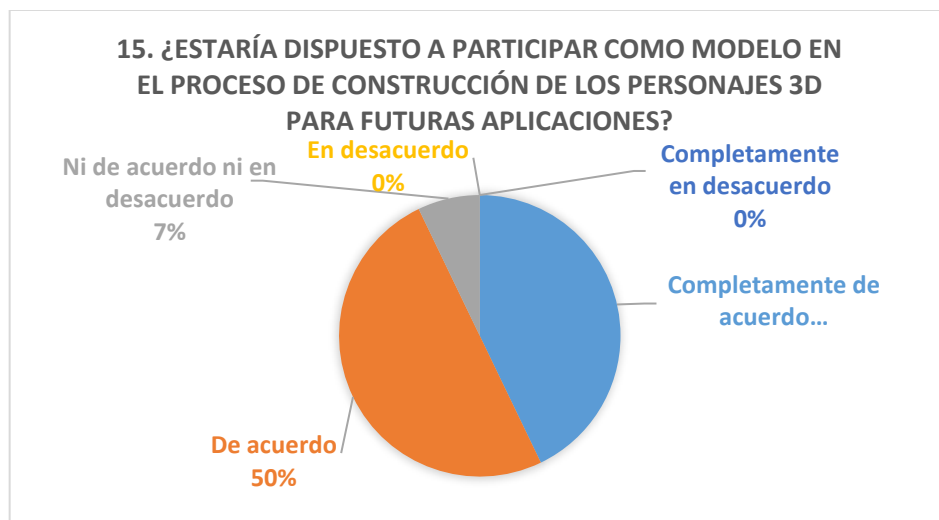


Figura 3.16 Análisis de la pregunta 15 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.17 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría de acuerdo en incorporar avatares de familiares para el entrenamiento emocional de los niños? El 64% respondió que estaría Completamente de Acuerdo, un 29% de Acuerdo y un 7% en desacuerdo.

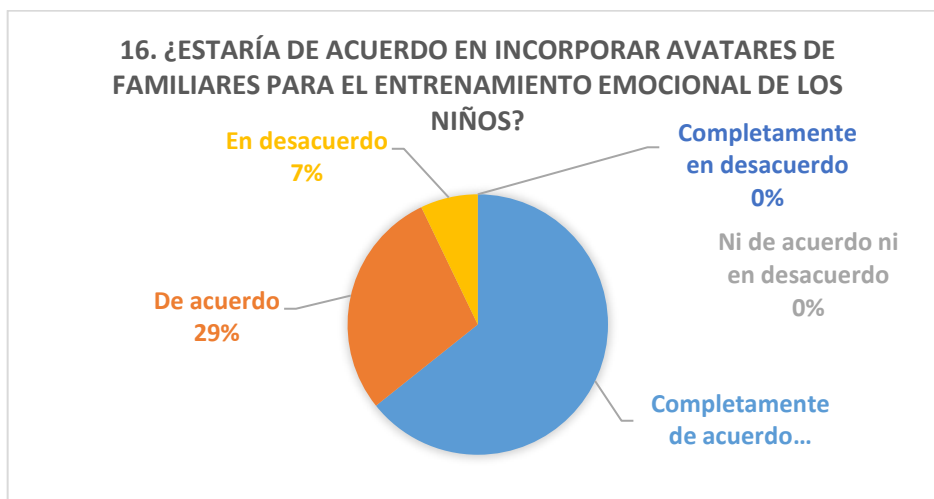


Figura 3.17 Análisis de la pregunta 16 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.18 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Considera usted que utilizar avatares de personas conocidas de los niños mejoraría la efectividad del entrenador emocional? El 79% respondió Completamente de Acuerdo, un 14% Ni de acuerdo ni en desacuerdo y un 7% De acuerdo.

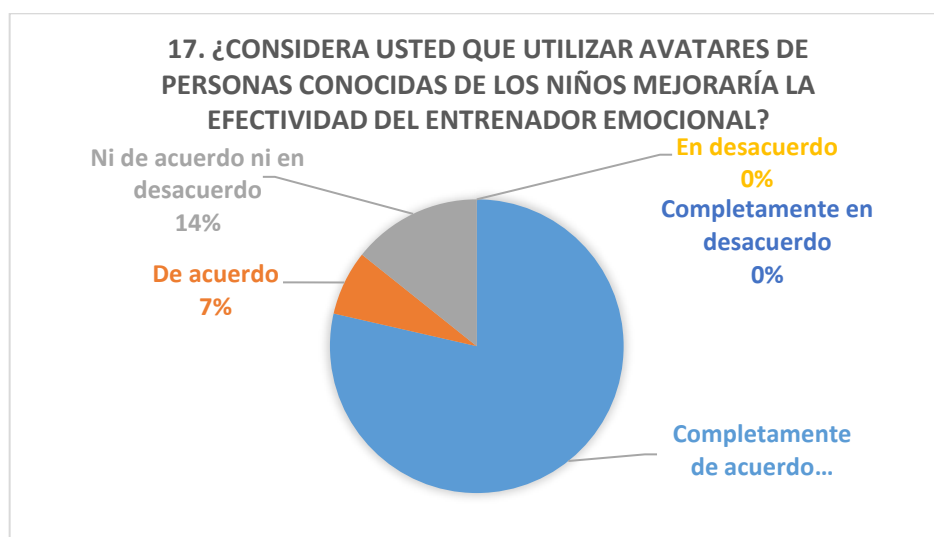


Figura 3.18 Análisis de la pregunta 17 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.19 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría de acuerdo en promover la utilización de esta aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en casa? Un 93% respondió Completamente de Acuerdo y un 7% De acuerdo.

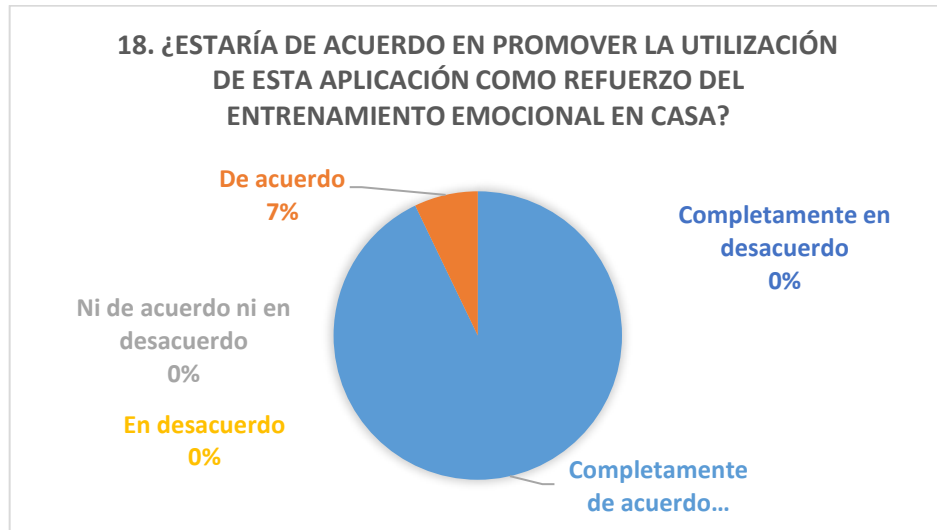


Figura 3.19 Análisis de la pregunta 18 grupo TD

Fuente: Autor

En la figura 3.20 se muestran las repuestas para la pregunta Si pudiese mejorar un aspecto de la aplicación ¿Cuál elegiría? Un 65% respondió Expresividad, un 14% diferentes modelos humanos, el 7% Mas emociones, un 7% la interfaz y 7% la apariencia de los avatares.

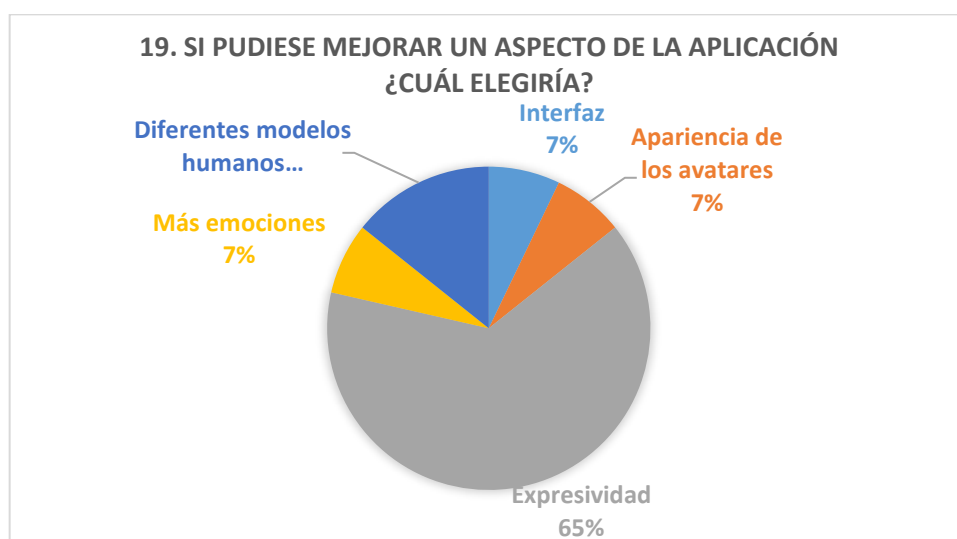


Figura 3.20 Análisis de la pregunta 19 grupo TD

Fuente: Autor

3.2.2 GRUPO DE NIÑOS TEA (ASD)

El grupo ASD conta de un total de 15 niños, divididos de la siguiente manera.

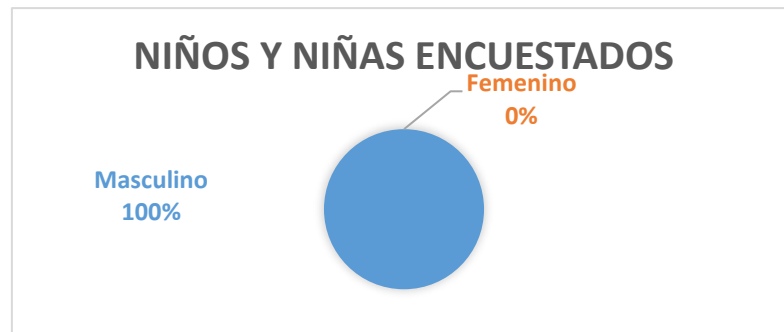


Figura 3.21 Análisis de los niños encuestados grupo ASD

Fuente: Autor

Se observa en la figura 3.21 que el 100% de los niños que interactuaron con la aplicación son del género masculino, esta causa se relaciona con lo mencionado en el capítulo 1, la cual el TEA se presenta 4 veces más en los niños, que en las niñas.

3.2.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CADA PREGUNTA

En la figura 3.22 se presenta los resultados para la primera pregunta ¿Cuál fue el avatar que eligió el niño en el inicio del juego? El 73% escogió el avatar Hombre y el 27 % el avatar de Mujer. Con estos resultados podemos analizar que a pesar de todos ser niños algunos escogieron el avatar de Mujer, eso se interpreta a causa de que algunas terapeutas de los niños son mujeres, o tiene una mejor relación con la mama dentro de casa.



Figura 3.22 Análisis de la pregunta 1 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.23 se observa la respuesta para la pregunta ¿Cuál fue el nivel de interés del niño cuando se le presentó la aplicación móvil? Obteniendo como resultado un 27% de Muy alto interés, 46% de interés Alto y un 27% Normal.

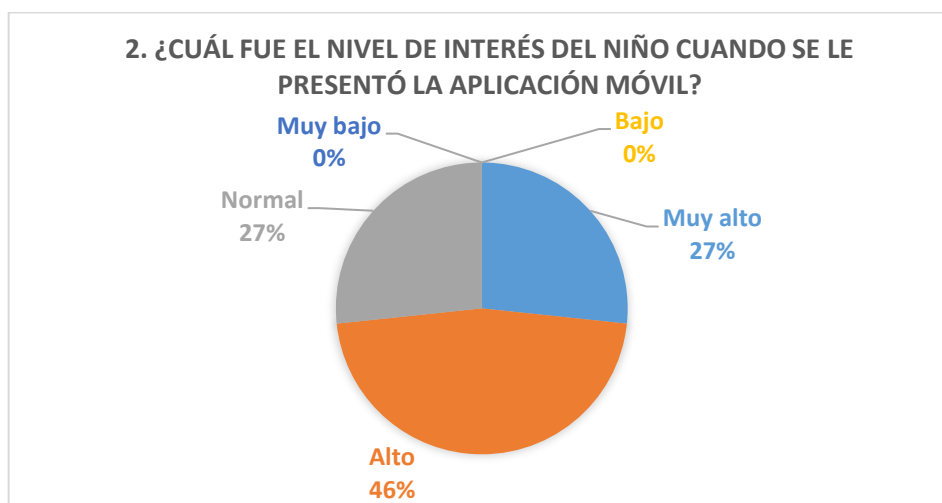


Figura 3.23 Análisis de la pregunta 2 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.24 se presentan los resultados de la tercera pregunta ¿Cuál fue el nivel de interés del niño hacia interactuar con la aplicación móvil? Obteniendo como resultados un 27% de muy alto interés, un 40% de Alto interés y un 27% Normal.

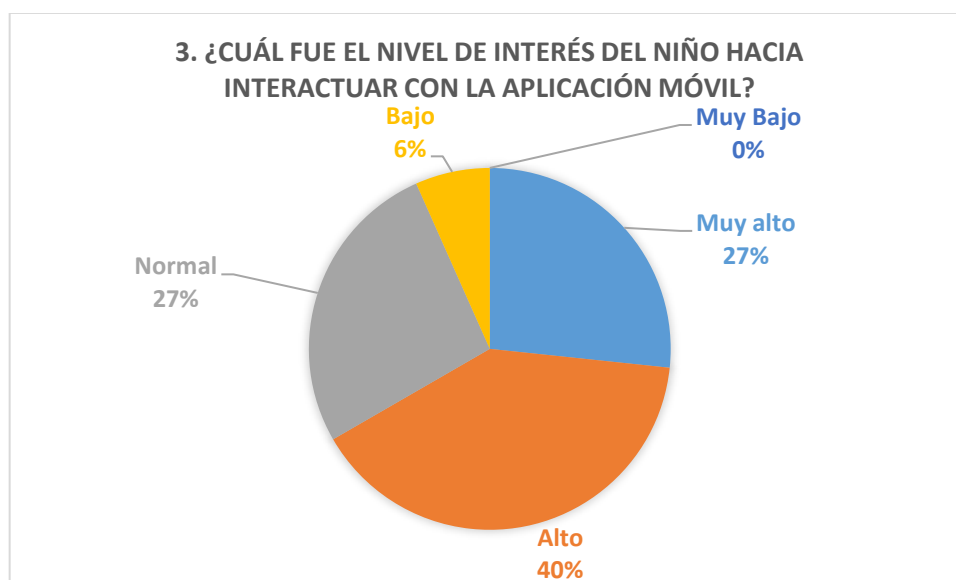


Figura 3.24 Análisis de la pregunta 4 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.25 se observa los resultados obtenidos en la cuarta pregunta ¿Cuál fue el nivel de complejidad mostrado por el niño al utilizar la aplicación? Obteniendo un 34% Muy sencillo, un 33% sencillo, un 20% Normal y 13% Complejo.

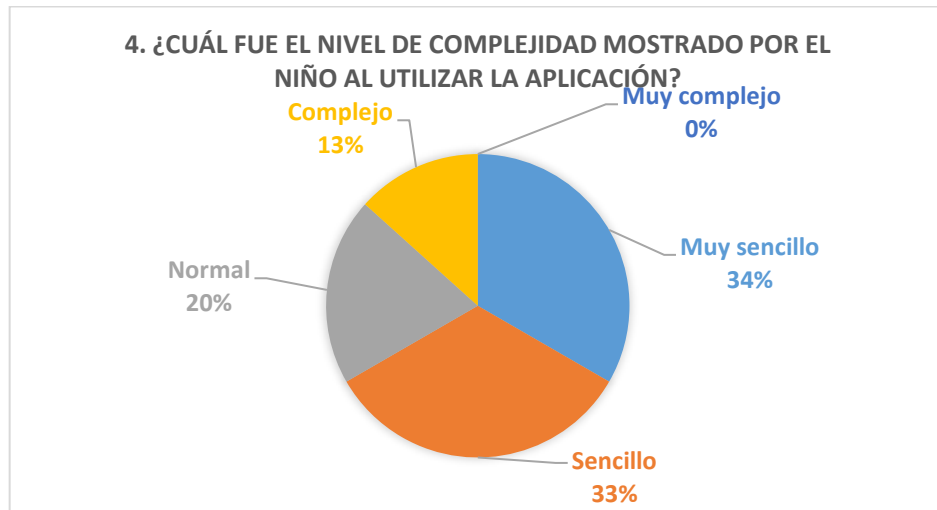


Figura 3.25 Análisis de la pregunta 4 grupo ASD

Fuente: Autor

Se presenta los resultados para la quinta pregunta ¿Cuál fue el nivel de reconocimiento de las emociones a partir de las expresiones faciales del avatar? en la figura 3.26. Se observa que un 7% tuvo un nivel de reconocimiento alto sobre las expresiones faciales del avatar, un 33% fue Alto, un 40% fue normal y un 20% fue Bajo al poder reconocer las expresiones.

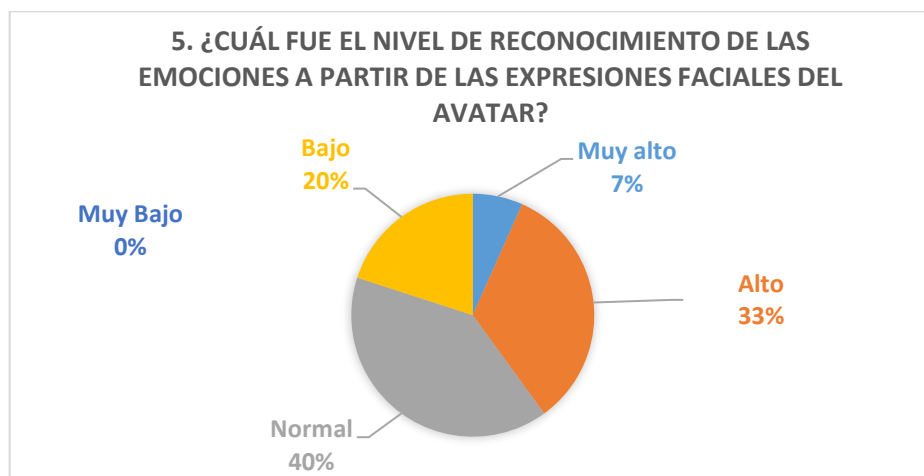


Figura 3.26 Análisis de la pregunta 5 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.27 se muestra el resultado de la pregunta ¿Cuál fue el nivel de realismo que usted considera que presentó el avatar? Obteniendo como resultado 27% contesto Muy alto, un 20 % Alto, un 53% Normal.

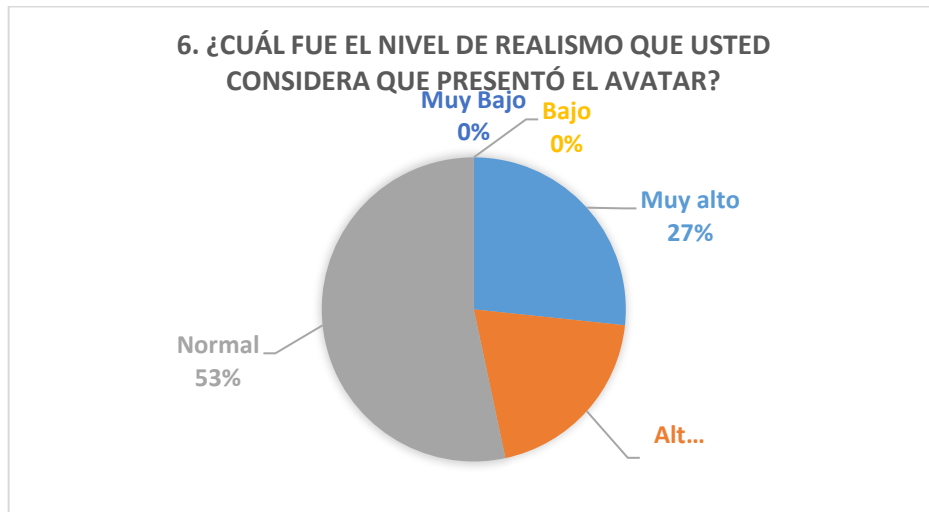


Figura 3.27 Análisis de la pregunta 6 grupo ASD

Fuente: Autor

Los resultados de la séptima pregunta ¿Cuál fue el nivel de incomodidad mostrada? se observan en la figura 3.28. Dando como resultados un 73% de los niños muy bajo nivel de incomodidad con respecto al diseño del avatar, un 13% Normal y un 7% Alto.

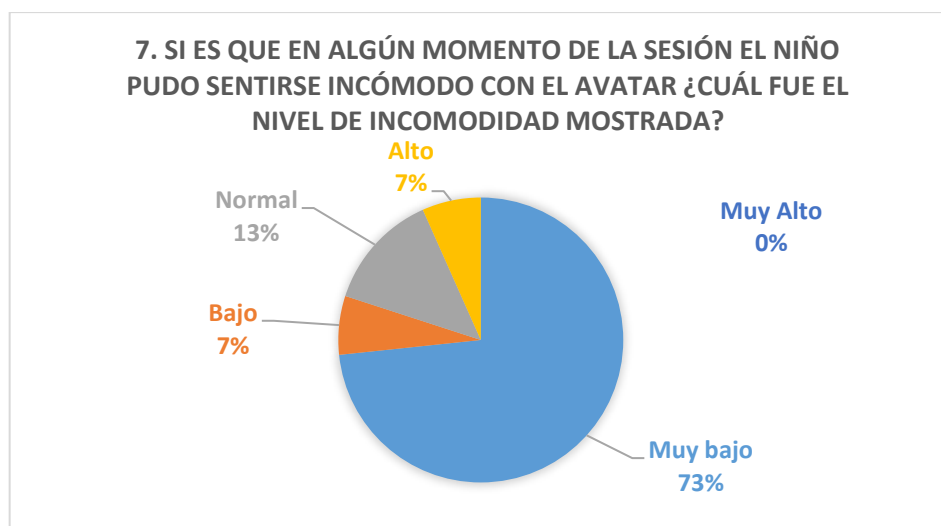


Figura 3.28 Análisis de la pregunta 7 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.29 se observan los resultados de la pregunta ¿En qué nivel considera usted que la utilización de la aplicación facilitó el proceso de reconocimiento emocional? Donde se obtuvo que un 6% fue Muy alto, un 67% Alto, el 20% Norma y un 7% Bajo.

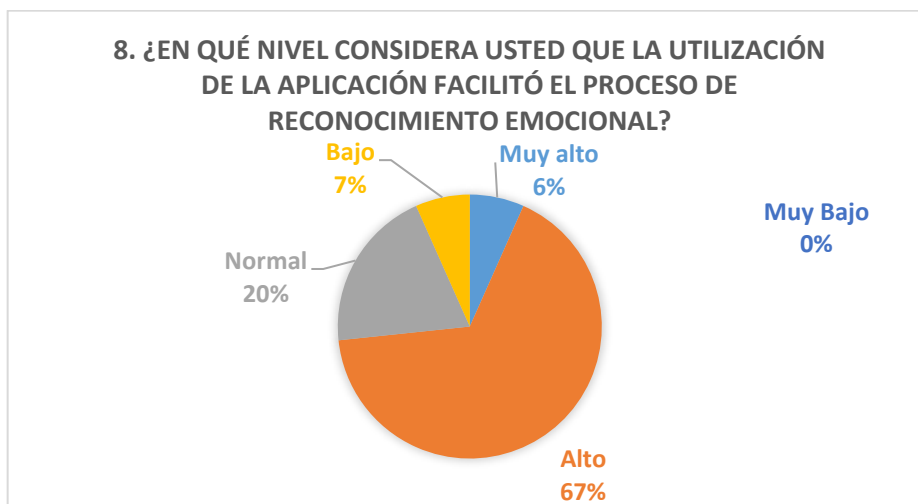


Figura 3.29 Análisis de la pregunta 8 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.30 se aprecian los resultados de novena pregunta ¿Cuál considera usted que fue la reacción del niño hacia la apariencia física de los avatares en la expresión de emociones? Dando como resultado 13% que consideran las expresiones como Muy buena, un 67% Buena y un 20% Normal. Dando una buena aceptación en las expresiones faciales de los avatares.

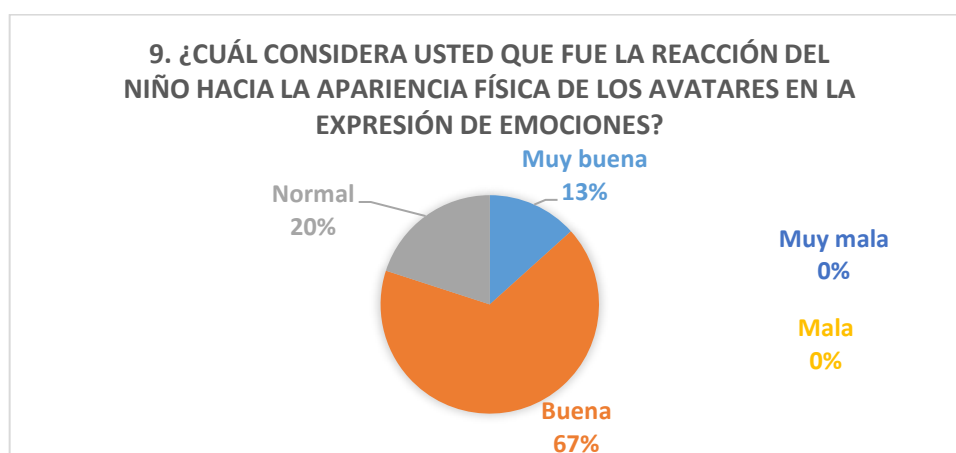


Figura 3.30 Análisis de la pregunta 9 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.31 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuánto tiempo le costó al niño reconocer las emociones en el modo reconocimiento del juego? El 7 % respondió Muy poco tiempo, el 40% Poco tiempo, 46% y un 7% Mucho tiempo.

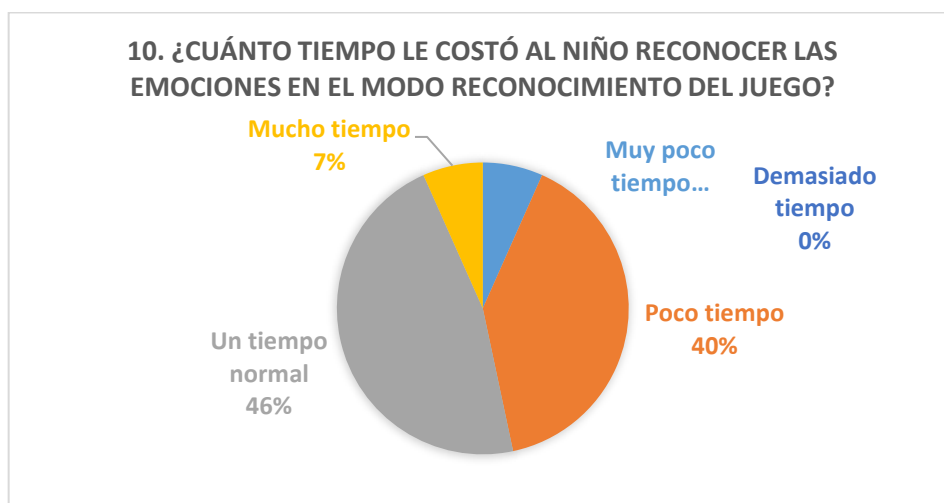


Figura 3.31 Análisis de la pregunta 10 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.32 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor dificultad? El 60% respondió confundido, el 20% Miedo, 13% Sorpresa y un 7% Alegría. Demostrando que la emoción Confundido no es reconocido por la mayoría de los encuestados, esto debido a que esta emoción no es comúnmente expresada y muchas personas la expresan de diferentes formas.

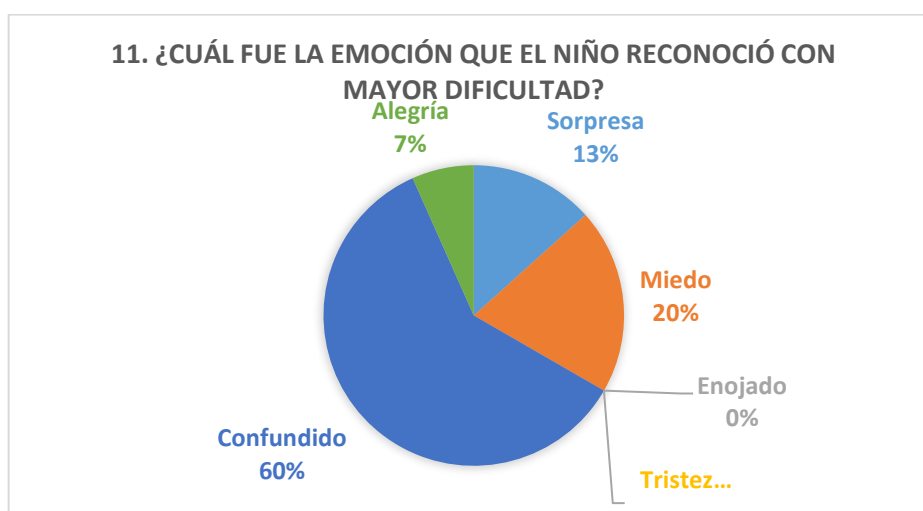


Figura 3.32 Análisis de la pregunta 11 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.33 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor sencillez? El 53% respondió Alegría, el 27% Tristeza, 7% Enojado, un 7% Miedo y un 6% Sorpresa. Demostrando que la alegría es una expresión común y muy fácil expresar, por lo que para los niños es una expresión muy fácil de reconocer.

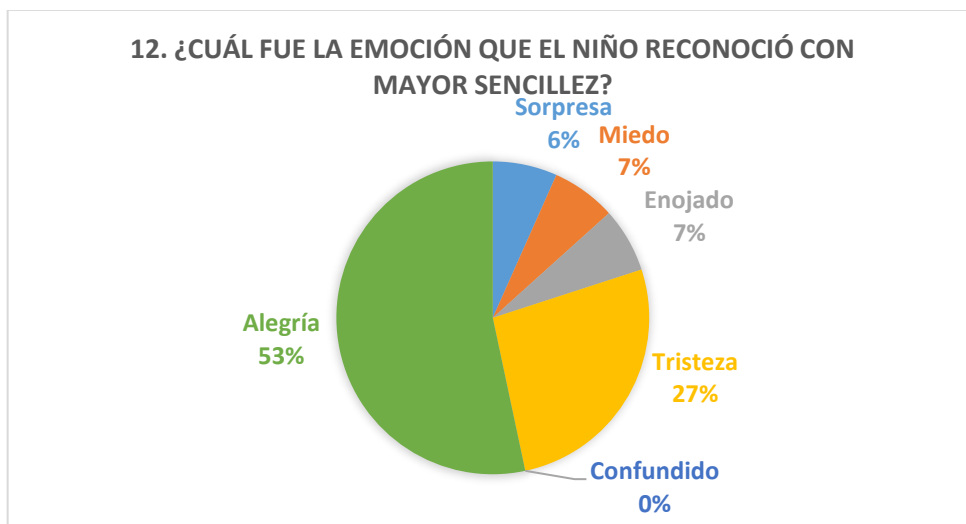


Figura 3.33 Análisis de la pregunta 12 grupo ASD

Fuente: Autor

Los resultados de la pregunta ¿Qué opina de los avatares como soportes tecnológicos en el entrenamiento emocional? se observan en la figura 3.34. Dando como resultados un 67% que consideran muy bueno y un 33% Bueno.

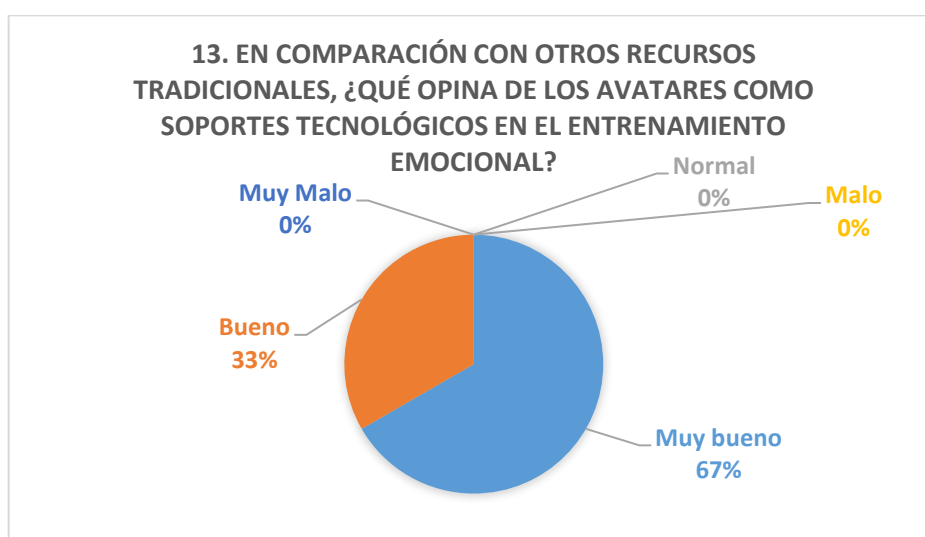


Figura 3.34 Análisis de la pregunta 13 grupo ASD

Fuente: Autor

Los resultados de la pregunta ¿Estaría de acuerdo en incorporar los avatares como herramientas terapéuticas para el desarrollo de sus intervenciones? se observan en la figura 3.35. Dando como resultados un 87% Completamente de acuerdo en poder incorporar avatares como herramientas terapéuticas y un 13% de acuerdo.



Figura 3.35 Análisis de la pregunta 14 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.36 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría dispuesto a participar como modelo en el proceso de construcción de los personajes 3D para futuras aplicaciones? El 53% está Completamente de acuerdo, un 47% respondió que estaría De Acuerdo.

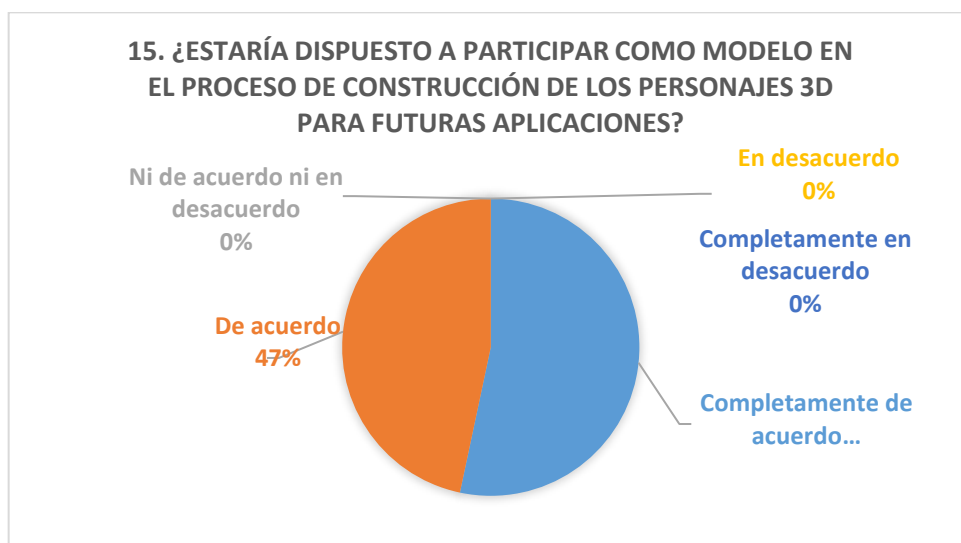


Figura 3.36 Análisis de la pregunta 15 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.37 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría de acuerdo en incorporar avatares de familiares para el entrenamiento emocional de los niños? El 47% respondió que estaría Completamente de Acuerdo y un 53% de Acuerdo.

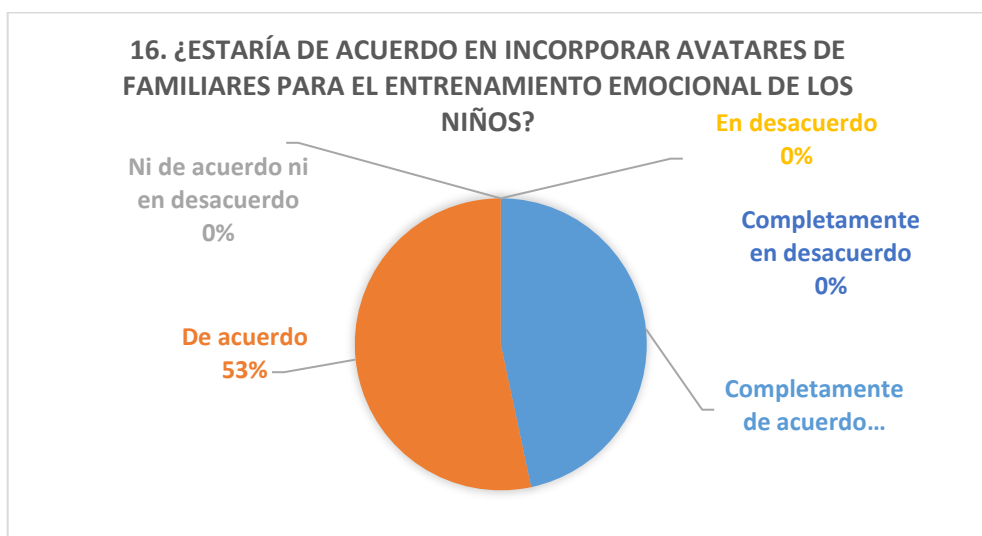


Figura 3.37 Análisis de la pregunta 16 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.38 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Considera usted que utilizar avatares de personas conocidas de los niños mejoraría la efectividad del entrenador emocional? El 27% respondió Completamente de Acuerdo, un 6% Ni de acuerdo ni en desacuerdo y un 67% De acuerdo.

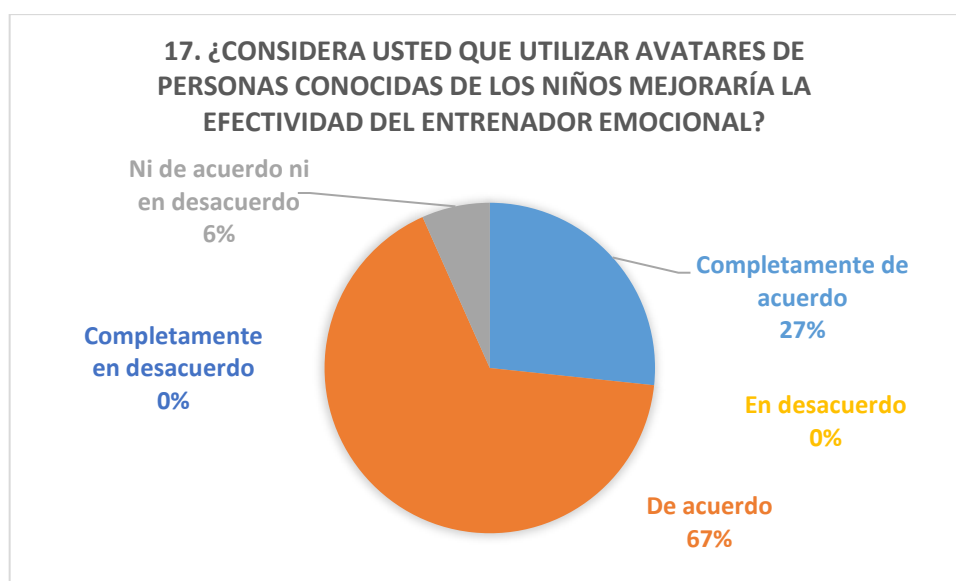


Figura 3.38 Análisis de la pregunta 17 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.39 se muestran las repuestas para la pregunta ¿Estaría de acuerdo en promover la utilización de esta aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en casa? Un 20% respondió Completamente de Acuerdo, un 73% De acuerdo y 7% Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

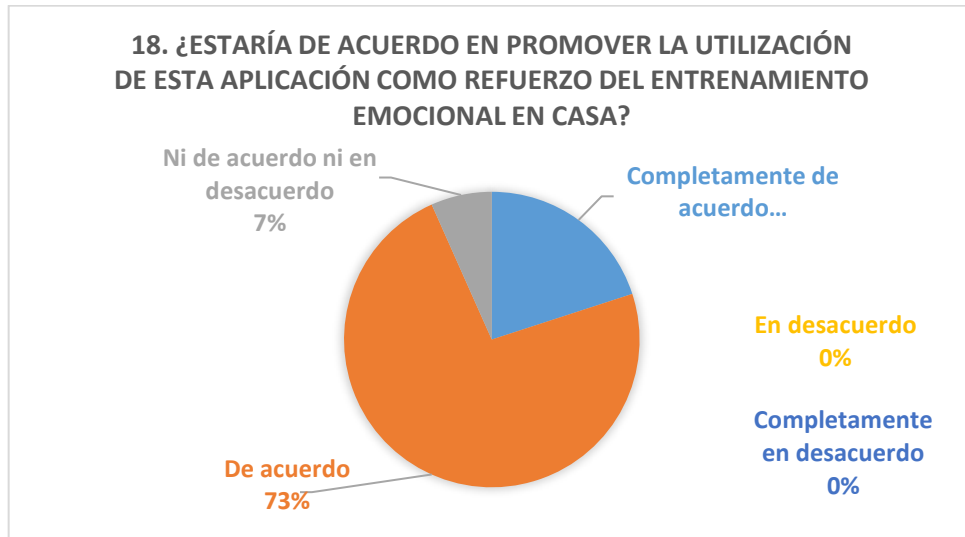


Figura 3.39 Análisis de la pregunta 18 grupo ASD

Fuente: Autor

En la figura 3.40 se muestran las repuestas para la pregunta Si pudiese mejorar un aspecto de la aplicación ¿Cuál elegiría? Un 87% respondió Mas emociones, el 7% Diferentes modelos humanos y el 6% Expresividad.

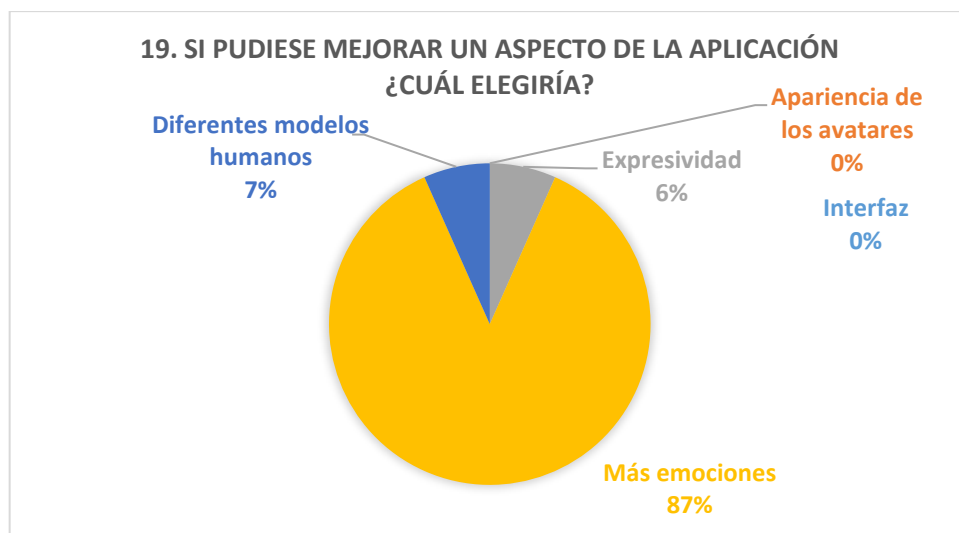


Figura 3.40 Análisis de la pregunta 19 grupo ASD

Fuente: Autor

3.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS ENTRE LOS GRUPOS TD Y ASD

Tabla 3.2 Comparación de resultados pregunta 1

Fuente: Autor

Pregunta 1		
¿Cuál fue el avatar que eligió el niño en el inicio del juego?		
	Grupo TD %	Grupo ASD %
Hombre	71	73
Mujer	29	27

En la tabla 3.2 se observa la comparación en la elección del avatar, observamos que en ambos grupos el avatar que más se escogió fue el del hombre. Pero a pesar de que todos los encuestados en el grupo ASD eran niños del género masculino observamos que un 27% escogió el avatar de Mujer, esto puede ser debido a que sus terapeutas son mujeres o tienen más apego emoción a un miembro familiar del género femenino. A diferencia del grupo TD que el 29% que eligió el avatar de mujer eran niñas.

Tabla 3.3 Comparación de resultados pregunta 2

Fuente: Autor

Pregunta 2		
¿Cuál fue el nivel de interés del niño cuando se le presentó la aplicación móvil?		
	Grupo TD %	Grupo ASD %
Muy Alto	79	27
Alto	14	46
Normal	7	27
Bajo	0	0
Muy Bajo	0	0

Comparando los datos de la tabla 3.3 podemos analizar que en ambos grupos existió por parte de los niños interés por la aplicación. En el grupo TD observamos que existió mayor porcentaje de Muy alto interés a diferencia del grupo de ASD en donde vemos que el mayor porcentaje se da opción de un interés Alto.

Tabla 3.4 Comparación de resultados pregunta 3

Fuente: Autor

Pregunta 3		
¿Cuál fue el nivel de interés del niño hacia interactuar con la aplicación móvil?		
	Grupo TD %	Grupo ASD %
Muy Alto	86	27
Alto	14	40
Normal	0	27
Bajo	0	6
Muy Bajo	0	0

Con los datos de la tabla 3.4 podemos analizar que en el grupo de niños TD existe un porcentaje alto de niños que tienen interés por interactuar con la aplicación móvil. En el grupo ASD observamos que también los niños muestran interés por interactuar con la aplicación y un porcentaje del 6% en donde el interés por la interacción fue bajo.

Tabla 3.5 Comparación de resultados pregunta 4

Fuente: Autor

Pregunta 4		
¿Cuál fue el nivel de complejidad mostrado por el niño al utilizar la aplicación?		
	Grupo TD %	Grupo ASD %
Muy Sencillo	79	34
Sencillo	14	33
Normal	7	20
Complejo	0	13
Muy Complejo	0	0

En la tabla 3.5 observamos que en el grupo TD no hubo ningún problema en el uso de la aplicación, ya que los datos demuestran que hay un alto porcentaje que la aplicación les pareció sencilla de usar. En el grupo ASD vemos que un 13% existió complejidad en el uso de la aplicación el porcentaje restante vemos que hubo normalidad y sencillez en utilizar la aplicación.

Tabla 3.6 Comparación de resultados pregunta 5

Fuente: Autor

Pregunta 5		
¿Cuál fue el nivel de reconocimiento de las emociones a partir de las expresiones faciales del avatar?		
	Grupo TD %	Grupo ASD %
Muy Alto	36	7
Alto	14	33
Normal	43	40
Bajo	7	20
Muy Bajo	0	0

La tabla 3.6 se observa que en el grupo TD un 7% tuvo problemas en poder reconocer las diferentes emociones. En el grupo ASD vemos que existe un 20% que es un porcentaje mayor al grupo TD que tuvo problemas en reconocer las emociones. Esto se debe a que los niños neurotípicos están acostumbrados a expresar sus emociones y pueden reconocerlas en el rostro de sus familiares a diferencia de los niños con TEA que en su mayoría no pueden expresar sus emociones por lo cual no tienen tan buena afinidad para reconocerlas, por esos sus porcentajes oscilan entre los niveles alto y bajo.

Tabla 3.7 Comparación de resultados pregunta 6

Fuente: Autor

Pregunta 6		
¿Cuál fue el nivel de realismo que usted considera que presentó el avatar?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy Alto	21	27
Alto	43	20
Normal	29	53
Bajo	7	0
Muy Bajo	0	0

En la tabla 3.7 podemos ver que los porcentajes oscilan entre los niveles de Muy alto y Normal en ambos grupos, por lo cual podemos considerar que los modelos

de avatares presentados en la aplicación son aceptables en cuanto a nivel de realismo para los terapeutas y observadores.

Tabla 3.8 Comparación de resultados pregunta 7

Fuente: Autor

Pregunta 7		
Si es que en algún momento de la sesión el niño pudo sentirse incómodo con el avatar ¿Cuál fue el nivel de incomodidad mostrada?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy Bajo	93	73
Bajo	7	7
Normal	0	13
Alto	0	7
Muy Alto	0	0

En la tabla 3.8 se observa que en el grupo de niños TD no se presentó incomodidad con los avatares presentados en la aplicación. En el caso del grupo ASD vemos que los porcentajes van de un nivel de Muy bajo hacia normal, con estos resultados podemos decir que el avatar fue llamativo para ambos grupos. Además, observamos que un 7% en el grupo ASD, presento incomodidad con los avatares, esto no quiere decir que los resultados sean malos ya que cada niño con TEA es diferente a otro por ello hay este pequeño porcentaje que los diferencia.

Tabla 3.9 Comparación de resultados pregunta 8

Fuente: Autor

Pregunta 8		
¿En qué nivel considera usted que la utilización de la aplicación facilitó el proceso de reconocimiento?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy Alto	57	6
Alto	43	67
Normal	0	20
Bajo	0	7
Muy Bajo	0	0

En la tabla de 3.9 podemos observar que en el grupo TD, el uso de la aplicación pudo ayudar al proceso de reconocimiento de las emociones. En el caso del grupo ASD

vemos que los porcentajes oscilan en un nivel de Muy alto a Normal, además vemos que un porcentaje del 7% tuvo un bajo desempeño en el proceso de reconocimiento.

Tabla 3.10 Comparación de resultados pregunta 9

Fuente: Autor

Pregunta 9		
¿Cuál considera usted que fue la reacción del niño hacia la apariencia física de los avatares en la expresión de emociones?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy buena	57	13
Buena	22	67
Normal	21	20
Mala	0	0
Muy Mala	0	0

En la tabla 3.10 se observa que en ambos grupos tuvieron una buena reacción hacia la apariencia de los avatares en cuanto a la expresión de las emociones.

Tabla 3.11 Comparación de resultados pregunta 10

Fuente: Autor

Pregunta 10		
¿Cuánto tiempo le costó al niño reconocer las emociones en el modo reconocimiento del juego?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy poco tiempo	50	7
Poco tiempo	29	40
Un tiempo Normal	21	46
Mucho tiempo	0	7
Demasiado tiempo	0	0

En la tabla 3.11 podemos analizar que en ambos grupos los porcentajes oscilan entre Muy poco tiempo y un tiempo Normal, por lo cual entendemos que el grupo TD tiene un rápido análisis de emociones y al grupo ASD por su dificultad en el reconocimiento de emociones les tomo un poco más de tiempo.

Tabla 3.12 Comparación de resultados pregunta 11

Fuente: Autor

Pregunta 11		
¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor dificultad?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Confundido	36	60
Sorpresa	28	13
Alegría	0	7
Enojado	0	0
Tristeza	0	0
Miedo	36	20

En la tabla 3.12 se observa que en el grupo TD y ASD hubo mayor complicación al reconocer la expresión de confundido, esto puede ser que no es una expresión muy común y puede ser expresada de diferentes maneras, de igual manera puede suceder con la expresión de miedo.

Tabla 3.13 Comparación de resultados pregunta 12

Fuente: Autor

Pregunta 12		
¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor sencillez?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Confundido	0	0
Sorpresa	0	6
Alegría	36	53
Enojado	21	7
Tristeza	43	27
Miedo	0	7

En la tabla 3.13 observamos que hay un alto porcentaje al reconocer con mayor sencillez las emociones de alegría, tristeza y enojo. Esto puede deberse a que en los niños es muy común expresar estas emociones.

Tabla 3.14 Comparación de resultados pregunta 13

Fuente: Autor

Pregunta 13		
¿qué opina de los avatares como soportes tecnológicos en el entrenamiento emocional?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Muy bueno	79	67
Bueno	21	33
Normal	0	0
Mala	0	0
Muy Mala	0	0

En la tabla 3.14 se observa que en ambos grupos los terapeutas y observadores consideran a los avatares como un buen soporte tecnológico en el entrenamiento emocional para los niños.

Tabla 3.15 Comparación de resultados pregunta 14

Fuente: Autor

Pregunta 14		
¿Estaría de acuerdo en incorporar los avatares como herramientas terapéuticas para el desarrollo de sus intervenciones?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Completamente de acuerdo	100	87
De acuerdo	0	13
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	0	0
Completamente en desacuerdo	0	0

En la tabla 3.15 se observa que ambos grupos los terapeutas y observadores están de acuerdo en poder incorporar los avatares como herramientas terapéuticas.

Tabla 3.16 Comparación de resultados pregunta 15

Fuente: Autor

Pregunta 15		
¿Estaría dispuesto a participar como modelo en el proceso de construcción de los personajes 3D para futuras aplicaciones?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Completamente de acuerdo	43	53
De acuerdo	50	47
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	7	0
En desacuerdo	0	0
Completamente en desacuerdo	0	0

En la tabla 3.16 se observa que, en los dos grupos, los terapeutas y observadores están de acuerdo en participar como modelos en la construcción de avatares en futuras aplicaciones.

Tabla 3.17 Comparación de resultados pregunta 16

Fuente: Autor

Pregunta 16		
¿Estaría de acuerdo en incorporar avatares de familiares para el entrenamiento emocional de los niños?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Completamente de acuerdo	64	47
De acuerdo	29	53
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	7	0
En desacuerdo	0	0
Completamente en desacuerdo	0	0

En la tabla 3.17 vemos que en ambos grupos estarían de acuerdo en la incorporación de avatares de familiares en la aplicación para el entrenamiento de los niños.

Tabla 3.18 Comparación de resultados pregunta 17

Fuente: Autor

Pregunta 17		
¿Considera usted que utilizar avatares de personas conocidas de los niños mejoraría la efectividad del entrenador emocional?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Completamente de acuerdo	79	27
De acuerdo	7	67
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	6
En desacuerdo	0	0
Completamente en desacuerdo	0	0

En la tabla 3.18 se observa que en ambos grupos existe un alto porcentaje que considera que el utilizar personas conocidas de los niños puede mejorar la efectividad del entrenamiento emocional.

Tabla 3.19 Comparación de resultados pregunta 18

Fuente: Autor

Pregunta 18		
¿Estaría de acuerdo en promover la utilización de esta aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en casa?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Completamente de acuerdo	93	20
De acuerdo	7	73
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	7
En desacuerdo	0	0
Completamente en desacuerdo	0	0

En la tabla 3.19 se observa que en ambos grupos están de acuerdo en promover el uso de esa aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en los hogares.

Tabla 3.20 Comparación de resultados pregunta 19

Fuente: Autor

Pregunta 19		
Si pudiese mejorar un aspecto de la aplicación ¿Cuál elegiría?		
	Grupo TD	Grupo ASD
Diferentes modelos humanos	14	7
Interfaz	7	0
Mas emociones	7	87
Expresividad	65	6
Apariencia de los avatares	7	0

En la tabla 3.20 se observa que en el grupo TD hay un alto porcentaje en mejorar la expresividad de los avatares, mientras que en el grupo ASD existe un alto porcentaje en agregar más emociones a la aplicación.

3.4 CALCULO DE LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ALFA DE CRONBACH

Para este análisis de igual manera dividiremos en dos grupos: el primer grupo de niños neurotípicos (TD) y otro grupo de los niños TEA (ASD), para poder realizar la estadística descriptiva y el cálculo de alfa para determinar la fiabilidad de las encuestas realizadas.

Para el cálculo del alfa de Cronbach, se muestra la fórmula que se utilizara para medir la calidad de la aplicación, haciendo uso de los valores presentados en las anteriores tablas.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

En donde K es el número de ítems, V_i es la varianza de cada uno de los ítems y V_t es la varianza total de las sumas de cada ítem. Al obtener el alfa la calificación de basa en la Tabla 3.21, si el alfa es mala tendrá un valor bajo, pero si el alfa es buena obtendrá un valor alto.

Tabla 3.21 Rango de calificación

Fuente: Autor

Rangos	Calidad
0.00 a 0.20	Inaceptable
0.21 a 0.40	Cuestionable
0.41 a 0.60	Aceptable
0.61 a 0.80	Buena
0.81 a 1.00	Excelente

Procedemos a realizar la estadística descriptiva obteniendo el promedio, la moda y la varianza. Se elabora dos estadísticas descriptivas una en donde se evalúan las preguntas hacia el observador y otro en donde evaluamos las preguntas sobre la percepción de los niños.

3.3.1 GRUPO TD

En las siguientes tablas 3.22 y 3.23 se pueden observar las estadísticas descriptivas realizadas en el grupo TD.

Tabla 3.22 Estadística descriptiva de evaluación de la percepción de los niños

Fuente: Autor

GRUPO NT Niños											
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA											
PREGUNTAS											
ENCUESTADOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	18	Suma
1	5	5	4	3	4	5	5	5	4	5	45
2	4	5	5	5	5	4	5	5	3	5	46
3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	49
4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	43
5	5	5	5	4	4	5	4	3	4	5	44
6	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	47
7	5	5	5	2	2	5	4	3	4	4	39
8	4	5	5	3	4	5	5	4	5	5	45
9	5	5	3	3	3	5	4	3	3	5	39
10	5	5	5	3	3	5	5	5	3	5	44
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
12	5	5	5	3	3	5	4	4	5	5	44
13	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	47
14	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	47
Varianza	0.35	0.12	0.3	1	0.7	0.07	0.24	0.7	0.6	0.07	
Media	4.71	4.86	4.7	3.8	3.8	4.93	4.57	4.4	4.3	4.93	
Moda	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	

En la tabla 3.22 además de los resultados de las preguntas en números, observamos una varianza baja a media entre las respuestas de los niños del grupo TD, la media nos indica que la respuesta promedio de cada pregunta esta entre el nivel alto (4), y por último la moda nos indica la respuesta que más se repite en las encuestas, prevaleciendo el nivel muy alto (5) en casi todas las preguntas.

Tabla 3.23 Estadística descriptiva de evaluación del observador

Fuente: Autor

GRUPO NT Observador						
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA						
PREGUNTAS						
ENCUESTADOS	13	14	15	16	17	Suma
1	5	5	5	4	5	24
2	5	5	5	5	5	25
3	5	5	5	4	5	24
4	5	5	4	5	5	24
5	5	5	5	5	5	25
6	5	5	5	5	5	25
7	5	5	4	5	5	24
8	4	5	4	5	3	21
9	5	5	5	5	5	25
10	5	5	3	4	4	21
11	4	5	4	2	3	18
12	5	5	4	5	5	24
13	4	5	4	4	5	22
14	5	5	4	5	5	24
Varianza	0.17	0	0.4	0.7	0.5	
Media	4.79	5	4.4	4.5	4.6	
Moda	5	5	4	5	5	

En la tabla 3.23 del grupo TD observadores tenemos una varianza media baja, que nos indica que las respuestas de los observadores varían en un nivel medio, la media de esta tabla nos indica que en promedio general prevalece el nivel alto (4), y, por último, la moda nos indica que la respuesta que más prevalece en este grupo es el nivel muy alto (5).

A continuación, se procede a calcular el alfa para lo cual es necesario el valor de las varianzas y la sumatoria de los ítems. En la tabla 3.24 y 3.25 se observa los valores finales para cada repuesta.

Tabla 3.24 Varianzas Resultantes Grupo TD Niños

Fuente: Autor

Preguntas	Valor de Varianzas
2	0.35
3	0.12
4	0.3
5	1
6	0.7
7	0.07
8	0.24
9	0.7
10	0.6
18	0.07

Tabla 3.25 Varianzas Resultantes Grupo TD Observador

Fuente: Autor

Preguntas	Valor de Varianzas
13	0.17
14	0
15	0.4
16	0.7
17	0.5

En la Tabla 3.26 podemos observar el alfa calculado en el grupo TD niños, con un valor de 0.61, no es un valor bajo y comparándolo con la tabla es una herramienta

buena. El alfa calculada en el grupo TD observador tiene un valor de 0.7, de igual manera no es un valor bajo y está en el rango de una herramienta buena. Sin embargo, en ambos grupos puede mejorar si se toman en cuenta los análisis de cada respuesta y realizando más pruebas.

Tabla 3.26 Resultados de Alfa de Cronbach grupo TD

Fuente: Autor

NT Niños	
Alfa	0.61
K (n de ítems)	10
Vi (Varianza c/it)	4.25
Vt (varianza total)	9.49
NT Observador	
Alfa	0.7
K (n de ítems)	5
Vi (Varianza c/it)	1.73
Vt (varianza total)	3.92

3.3.2 GRUPO ASD

Tabla 3.27 Estadística descriptiva de percepción de niños ASD

Fuente: Autor

GRUPO TEA Niños											
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA											
PREGUNTAS											
ENCUESTADOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	18	Suma
1	4	4	3	2	3	4	2	3	3	4	32
2	4	4	2	3	3	5	4	4	4	4	37
3	5	5	5	4	3	5	4	4	5	4	44
4	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4	45
5	3	3	5	2	4	5	3	4	3	4	36
6	4	3	4	2	3	5	4	3	3	4	35
7	5	5	3	3	3	5	4	4	4	4	40
8	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	46
9	4	4	4	3	5	5	4	5	2	3	39
10	3	4	4	4	5	5	5	4	3	4	41
11	3	3	4	4	4	5	4	4	3	4	38
12	4	4	3	3	3	3	4	4	3	5	36
13	4	3	5	3	3	5	4	4	3	5	39
14	3	2	2	3	3	3	3	3	4	5	31
15	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38
Varianza	0.53	0.78	1	0.7	0.7	0.92	0.46	0.3	0.5	0.25	
Media	4	3.87	3.9	3.3	3.7	4.47	3.73	3.9	3.5	4.13	
Moda	4	4	5	3	3	5	4	4	3	4	

En la tabla 3.27 basada en los niños ASD podemos observar una varianza Media alta, dando a conocer que los resultados por cada niño encuestado son muy diferentes entre sí. La Media nos indica que existe un promedio de nivel 3 a 4, normal y alto respectivamente. La moda nos indica que la respuesta que más se repite es de nivel alto (4), pero también oscilando en un nivel normal (3), con la presencia de un nivel muy alto (5) solo en la pregunta 7.

Tabla 3.28 Estadística descriptiva de evaluación de la evaluación Terapeuta

Fuente: Autor

GRUPO TEA Terapeuta						
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA						
PREGUNTAS						
ENCUESTADOS	13	14	15	16	17	Suma
1	4	5	4	4	4	21
2	4	5	4	4	4	21
3	4	4	4	4	4	20
4	4	5	4	4	4	21
5	5	5	4	5	4	23
6	5	5	4	4	4	22
7	4	4	4	4	4	20
8	5	5	5	5	4	24
9	5	5	5	4	4	23
10	5	5	5	4	3	22
11	5	5	5	5	4	24
12	5	5	5	5	5	25
13	5	5	5	5	5	25
14	5	5	5	5	5	25
15	5	5	5	5	5	25
Varianza	0.22	0.12	0.2	0.2	0.3	
Media	4.67	4.87	4.5	4.5	4.2	
Moda	5	5	5	4	4	

La tabla 3.28 basada en los terapeutas del grupo ASD observamos una varianza sumamente baja, indicando que sus respuestas están por los mismos niveles, la media nos está indicando que su respuesta promedio es de nivel alto (4), y su moda nos indica que en cada 3 de las 5 preguntas prevalece el nivel muy alto (5), en el resto el nivel alto (4).

A continuación, se procede a calcular el alfa para lo cual es necesario el valor de las varianzas y la sumatoria de los ítems. En la tabla 3.29 y 3.30 se observa los valores finales para cada repuesta.

Tabla 3.29 Varianzas Resultantes Grupo ASD Niños

Fuente: Autor

Preguntas	Valor de Varianzas
2	0.53
3	0.78
4	1
5	0.7
6	0.7
7	0.92
8	0.46
9	0.3
10	0.5
18	0.25

Tabla 3.30 Varianzas Resultantes Grupo ASD Observador

Fuente: Autor

Preguntas	Valor de Varianzas
13	0.22
14	0.12
15	0.2
16	0.2
17	0.3

En la tabla 3.31 podemos observar el alfa calculado en el grupo ASD niños, con un valor de 0.71, un valor no tan bajo que comparándolo con la tabla nos indica que es una herramienta Buena. El alfa calculada en el grupo ASD terapeuta tiene un valor de 0.82, un valor alto que comparado con la tabla nos indica ser una herramienta excelente. Sin embargo, en ambos grupos puede mejorar si se toman en cuenta los análisis de cada respuesta y realizando más pruebas, tal como en el grupo TD.

Tabla 3.31 Varianzas Resultantes Grupo ASD Observador

Fuente: Autor

TEA Niños	
Alfa	0.71
K (n de ítems)	10
Vi (Varianza c/it)	6.29
Vt (varianza total)	17.6
TEA Terapeuta	
Alfa	0.82
K (n de ítems)	5
Vi (Varianza c/it)	1.13
Vt (varianza total)	3.26

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

En la realización de este sistema, específicamente en el desarrollo de los avatares 3D, nos enfocamos en distintas técnicas de fotogrametría, las cuales con varios softwares obtuvimos distintos tipos de resultados. Se realizaron pruebas con 5 softwares de fotogrametría, cada uno con los mismos tipos de requisitos, pero diferente calidad en los resultados. Siendo el software *Agisoft Metashape* quien brindó un mayor nivel de realismo, en el modelado y texturizado del avatar.

Para el detallado, eliminación de perturbaciones, modificación y animación de los avatares se usó el software Blender, un programa que, aunque complejo, nos brinda todas las herramientas necesarias para los objetivos del detallado en el avatar. Además de ello Blender incorpora múltiples complementos que se ajustan a las necesidades de nuestro sistema. Siendo también compatible con las animaciones.

Blender usa complementos para la escultura de los avatares, grabando diferentes tipos de modelados en el rostro de nuestros avatares, logrando con esto, crear animaciones de las expresiones faciales siendo lo más expresivos posibles, esto se logró modificando con los distintos puntos de las mallas que contiene el rostro. A su vez estos distintos tipos de modelados llamados dentro del software como *Shape Keys* nos permitían tener una base de datos de las distintas expresiones faciales con las que se logró realizar el reconocimiento facial y el desarrollo de la aplicación de entrenamiento emocional.

En el proceso del reconocimiento facial se hizo uso de la herramienta *FaceOSC*, debido a que es compatible con el software Blender, ya que ambos utilizan protocolo OSC, que permite enviar los datos de pose y gestos. Pero tuvimos un problema al realizarlos con la versión de Blender 2.93, por lo que se optó por realizar con la versión de Blender 2.79, ya que esta versión era compatible con el complemento *AddOSC*. Aun no existe compatibilidad de este complemento con las nuevas versiones de Blender.

Se presento casos en los cuales cuando realizaban las pruebas de reconocimiento facial y animación en tiempo real, en donde al presentarse poca iluminación en el entorno la Webcam del ordenador no reconocía correctamente los rasgos faciales de la persona. Se trabajó con un servidor de video en una red LAN, incorporando la cámara del teléfono celular, para ser usado en una interacción entre dos personas que estén en diferentes lugares. La interacción está orientada a realizarse con un dispositivo móvil que trasmite el video de los rasgos faciales y este a su vez envié los datos al computador para su reconocimiento facial y animación. La ventaja de la cámara de dispositivo móvil es que presenta una mayor resolución y enfoque de video.

Para el desarrollo de la aplicación móvil existen muchos programas que permiten realizar Apps, pero este, al ser destinado como un juego de entrenamiento emocional, optamos por el Motor de videojuegos Unity, el cual es un software muy complicado, cuenta con un montón de herramientas, complementos de compatibilidad y a su vez permite trabajar con distintos lenguajes de programación para la comodidad del desarrollador.

Al crear los niveles de juego, se utilizó gifs o videos cortos que fueron grabados de las diferentes expresiones faciales para demostrar una emoción. Para una correcta expresión emocional nos basamos en datos científicos comprobados acerca de las expresiones emociones emocionales, tratando de replicarlas lo más realistas posibles, con el objetivo que los usuarios de esta aplicación no tengan dificultad en reconocerlas.

En la etapa de pruebas con la aplicación, a través de los análisis de las encuestas se concluyó que existió una gran atracción e interés por parte de los niños hacia el juego de entrenamiento emocional, demostrando así ser una aplicación aceptada por los niños TD y ASD, además de los observadores y Terapeutas quienes estuvieron presentes en cada una de las interacciones.

La aplicación tiene una interfaz sencilla y amigable al usuario, es por ello que capto gran interés de las personas implicadas en las interacciones, al usar 6 distintos tipos de emociones, se obtuvo buenos resultados en un aprendizaje y reconocimiento de las emociones. En el análisis de los resultados existe una pregunta que se basa en lo que mejorarían en la aplicación, obteniendo un gran porcentaje en la implementación de más emociones.

Las pruebas de la aplicación se realizaron en primera instancia con niños neurotípicos, esto con el objetivo de demostrar que las emociones dentro de la aplicación pueden ser reconocidas, esto nos ayudó como punto de inicio para el proceso de pruebas.

Las pruebas en este grupo de niños (TD) demostraron a excepción de una persona, que los niños escogieron el avatar de su mismo género, al igual que las niñas. Al realizar las pruebas en el grupo de niños con TEA fue un resultado diferente, esto debido a que siento un total de 15 encuestados, todos eran del género masculino, sin embargo, el 27% de ellos, escogió el avatar mujer, deduciendo que esto se deba a que las terapeutas, son mujeres, o que tienen mayor apego emocional a un familiar de género femenino.

Para verificar la eficiencia del sistema usamos el alfa de Cronbach, obteniendo un resultado bueno en todos los grupos analizados a pesar que no se pudo realizar un mayor número de encuestas, debido a la pandemia del COVID-19, y todas las restricciones que fueron generadas por la misma. Los valores de la alfa de Cronbach pueden mejorar realizando un mayor número de encuestas.

3.2 RECOMENDACIONES

Tanto para el desarrollo de avatares usando técnicas de fotogrametría y el reconocimiento facial, es recomendable usar equipos de altas prestaciones que tengan una tarjeta gráfica dedicada, ya que estas técnicas utilizan altos procesamientos computacionales debido a las amplias tasas de manejo de datos a analizar.

Para la adquisición de imágenes es recomendable tomar las fotográficas con un cámara de buena resolución, en un ambiente amplio y con buena iluminación. Para obtener un buen modelo 3D se pueden utilizar entre 60 hasta 300 fotografías, es muy importante tomar en cuenta que, a mayor número de fotografías, el tiempo que tomará la reconstrucción del modelo será mucho mayor.

Para el desarrollo de la aplicación en Unity, se recomienda usar Prefabs o elementos prefabricados, esto con el fin de cuando se requiera algún tipo de modificación, cambiarlo una sola vez, y no en cada una de las escenas realizadas.

Para obtener un buen resultado en el alfa de Cronbach se recomienda realizar un mínimo de 30 encuestas.

3.3 TRABAJOS FUTUROS

Realizado el proceso de fotogrametría, se pueden obtener modelos de familiares, amigos, o terapeutas de los niños, para tener así un mayor número de avatares que pueda mejorar la interacción con el niño.

Con la interfaz de la aplicación ya desarrollada, se puede incorporar un mayor número de emociones, para un entrenamiento emocional más completo, dependiendo del nivel del niño con TEA.

Desarrollado todo el sistema de animación y reconocimiento en tiempo real, se puede mejorar el realismo de las expresiones faciales, usando más puntos de referencia, para captar más a detalle los rasgos faciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. S. Hassan Montero, «Eye-traking en interacción persona-ordenador,» 2007.
- [2] R. J, «Interacción humano-computador en escenarios educativos y artísticos. Kinect como propuesta viable,» Elementos, 2013.
- [3] S. M, «Interacción humano computador en ambientes virtuales,» 2018.
- [4] O. M. d. I. Salud, «Trastorno de espectro autista,» 2021 06 1. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. [Último acceso: 14 Julio 2021].
- [5] J. Garrabé de Lara, «El autismo: Historia y clasificaciones,» *Salud mental*, vol. 35, nº 3, pp. 257-261, 2012.
- [6] L. R. I. Fernández Toral Joaquín, «Las distintas formas del autismo y sus causas genéticas,» 2014.
- [7] C. Daniel, «La epigenética y las causas del autismo,» *Diario Autismo*, 2013.
- [8] L. A. Rodríguez Jesica, «Un análisis del autismo desde la perspectiva de su influencia en familias y la tecnología como facilitador en el manejo de esta condición.,» *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, vol. 8, nº 8, pp. 168-182, 2016.
- [9] J. Toledo, «Animación facial sobre Avatar para mejorar la interacción de niños con trastorno del espectro autista,» Cuenca, 2018.
- [10] O. Alcantara, «El Autismo: evaluación y tratamiento,» Trujillo, 2014.
- [11] R. L. D. M. Gonzáles Yadira, «Autismo y evaluación,» *Ra Ximhai*, vol. 12, nº 6, pp. 525-533, 2016.
- [12] H. Miguel, «Tratamientos biológicos del autismo y dietas de eliminación,» *revista chilena de pediatría*, vol. 81, nº 3, pp. 204-214, 2010.

- [13] P. L. Rodríguez Jessica, «Un análisis del autismo desde la perspectiva de su influencia en familias y la tecnología como facilitador en el manejo de esta condición,» *Logos, Ciencia y tecnología*, vol. 8, nº 1, pp. 168-182, 2016.
- [14] L. Luisa, «Tic y Autismo, introducción de la tecnología como recurso para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con TEA,» 2015.
- [15] R. D. F. S. Guillén S, «usos de las Tic en el trastorno de Espectro Autista: Aplicaciones,» *Edmetic*, vol. 5, nº 2, pp. 134-157, 2016.
- [16] V. Suárez, «El 'boom' de las apps para personas con autismo: entre la utilidad y la fascinación,» 31 03 2017. [En línea]. Available: <https://www.nobbot.com/tecnologia/apps-autismo-utilidad-fascinacion/>. [Último acceso: 14 07 2021].
- [17] R. Viviana, «La utilidad de avatar como estrategia de estimulación temprana en el desarrollo psicomotor en niños de 4 a 5 años,» 2019.
- [18] S. M. R. C. T. J. M. N. Ahmad T, «Experiencias colaborativas en entornos virtuales 2D y 3D,» de *XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación tecnológica*, San Luis, 2019.
- [19] P. Dellepiane, «Aplicaciones educativas en entornos virtuales: La interactividad en entornos virtuales,» 05 09 2012. [En línea]. Available: http://aplicacionesenentornosvirtuales.blogspot.com/2012/09/la-interactividad-en-entornos-virtuales_5.html. [Último acceso: 12 07 2021].
- [20] P. José, «Avatares de la enunciación en el autismo,» *Revista psicoanalítica publicada en Barcelona bajo los auspicios de la Escuela Lacaniana de Psicoanálisis*, nº 59, pp. 109-116, 2010.
- [21] A. TV, «Cómo utilizar avatares y robots para ayudar a pacientes con esquizofrenia, autismo y fobias sociales,» [En línea]. Available: <https://www.adamedtv.com/salud-mental/como-utilizar-avatares-y-robots-para-ayudar-a-pacientes-de-esquizofrenia-autismo-y-otras-fobias-sociales/>. [Último acceso: 12 07 2021].

- [22] M. balaguer Pulg, «Fotogrametría de Objeto Cercano, conceptos Básicos,» 2017.
- [23] J. L. Caro, «Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística,» 2012.
- [24] j. Lacort, «Las claves de los sistemas de reconocimiento facial. Cual es su nivel verdadero de seguridad,» 21 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/seguridad/las-claves-de-los-sistemas-de-reconocimiento-facial-cual-es-su-verdadero-nivel-de-seguridad>. [Último acceso: 2021 Julio 14].
- [25] E. Identification, «Cómo funciona el reconocimiento fácil y su seguridad,» [En línea]. Available: <https://www.electronicid.eu/es/blog/post/como-funciona-reconocimiento-facial/es>. [Último acceso: 2021 Julio 14].
- [26] C. Rus, «como hacer tus propios animojis en el iphone X,» 08 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.applesfera.com/tutoriales/como-hacer-tus-propios-karaokes-con-animojis-en-el-iphone-x>. [Último acceso: 14 Julio 2021].
- [27] S. D. Pavon, «Reconocimiento Facial mediante el Análisis de componentes principales (PCA),» 2017.
- [28] V. Technologies, «Face track: Track 3D head pose, facial expressions and eye gaze in real time,» [En línea]. Available: <https://visagetechnologies.com/facetrack/>. [Último acceso: 14 Julio 2021].
- [29] m. Pipe, «MediaPipe Face Mesh,» [En línea]. Available: https://google.github.io/mediapipe/solutions/face_mesh. [Último acceso: 14 07 2021].
- [30] K. Donald, «OFX Face Tracker Face OSC,» 24 07 2020. [En línea]. Available: <https://github.com/kylemcdonald/ofxFaceTracker/releases>. [Último acceso: 14 07 2021].
- [31] A. Sahler, «FaceOsc,» 04 08 2017. [En línea]. Available: <https://antonsahler.de/faceosc/>. [Último acceso: 14 07 2021].

- [32] V. F. C. J. Mandow L, «Usos de las animaciones para la enseñanza de algoritmos de búsqueda en inteligencia artificial,» *XVI Jornadas de enseñanza Universitaria de la Informática*, pp. 461-468, 2010.
- [33] D. Pérez, «Crea animaciones faciales de alta calidad con Faceware Studio de @FacewareTech,» 05 12 2020. [En línea]. Available: <https://www.designare.com/2020/05/faceware.html>. [Último acceso: 14 07 2021].
- [34] Accentsconagua, «Crear una configuración de animación facial en Blender,» [En línea]. Available: <https://es.accentconagua.com/articles/cgi/create-a-facial-animation-setup-in-blender-part-1.html>. [Último acceso: 14 07 2021].

APÉNDICES

APÉNDICE A: ALGORITMO IMPLEMENTADO CON DATOS DE KEYING SETS PARA EL RECONOCIMIENTO FACIAL

ALGORITMO 1: DATOS KEYING SETS RECONOCIMIENTO FACIAL

```
import bpy
scene = bpy.context.scene
scene.OSC_keys.clear()

# 0
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['mouth_width']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/mouth/width"
item.osc_type = "float"

# 1
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['mouth_height']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/mouth/height"
item.osc_type = "float"

# 2
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['l_eyebrow']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/eyebrow/left"
item.osc_type = "float"

# 3
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['r_eyebrow']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/eyebrow/right"
item.osc_type = "float"

# 4
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['l_eye']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/eye/left"
item.osc_type = "float"

# 5
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['r_eye']"
```

```
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/eye/right"
item.osc_type = "float"
```

```
# 6
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['jaw']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/jaw"
item.osc_type = "float"
```

```
# 7
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['nostril']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/gesture/nostrils"
item.osc_type = "float"
```

```
# 8
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['pose_position']"
item.id = "location[0]"
item.address = "/pose/position"
item.osc_type = "float"
item.idx = 0
```

```
# 9
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['pose_position']"
item.id = "location[1]"
item.address = "/pose/position"
item.osc_type = "float"
item.idx = 1
```

```
# 10
item = scene.OSC_keys.add()
item.data_path = "bpy.data.objects['pose_scale']"
item.id = "location[2]"
item.address = "/pose/scale"
item.osc_type = "float"
```

ALGORITMO 2: ALGORITMO IMPLEMENTADO PARA LA ELECCIÓN DE UN KEYING SET

```
String = []  
sce = bpy.context.scene  
try:  
    String = sce.OSC_keys[Integer].value  
except:  
    pass
```

APÉNDICE B: ALGORITMOS IMPLEMENTADOS PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

ALGORITMO 1: ALGORITMO DE INTERACCIÓN ENTRE ESCENAS Y ASIGNACIÓN DE TAREAS EN LOS BOTONES

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Audio;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class MainMenu : MonoBehaviour
{
    void Start()
    {
    }

    public void EscenaJuego0()
    {
        SceneManager.LoadScene("Opciones");
    }
    public void EscenaJuego1()
    {
        SceneManager.LoadScene("OpcionesM");
    }
    public void EscenaSexo()
    {
        SceneManager.LoadScene("Sexo");
    }
    public void EscenaNiveles()
    {
        SceneManager.LoadScene("Niveles");
    }
    public void EscenaNivelesM()
    {
        SceneManager.LoadScene("NivelesM");
    }
    public void EscenaJuego()
    {
        SceneManager.LoadScene("Empezar");
    }
    public void EscenaEmpezarM()
    {
        SceneManager.LoadScene("EmpezarM");
    }
    public void EscenaPrincipal(string nombrevolver)
    {
        SceneManager.LoadScene("SampleScene");
    }
    public void EscenaVolver(string nombrevolver1)
    {
        SceneManager.LoadScene("Opciones");
    }
    public void EscenaVolver1(string nombrevolver2)
```

```

    {
        SceneManager.LoadScene("Sexo");
    }
    public void VolverOpcionesM(string nombrevolver3)
    {
        SceneManager.LoadScene("OpcionesM");
    }

    public void Salir()
    {
        Application.Quit();
    }

    // Aprendizaje Hombre
    public void EscenaSorpresa()
    {
        SceneManager.LoadScene("Sorpresa");
    }
    public void EscenaMiedo()
    {
        SceneManager.LoadScene("Miedo");
    }
    public void EscenaEnojado()
    {
        SceneManager.LoadScene("Enojado");
    }
    public void EscenaTrsiteza1()
    {
        SceneManager.LoadScene("Tristeza1");
    }
    public void EscenaConfundido()
    {
        SceneManager.LoadScene("Confundido");
    }
    public void EscenaAlegria()
    {
        SceneManager.LoadScene("Feliz");
    }
    public void Escena1(string nombrevolveremo)
    {
        SceneManager.LoadScene("Empezar");
    }

    // Aprendizaje Mujer
    public void EscenaSorpresaM()
    {
        SceneManager.LoadScene("SorpresaM");
    }
    public void EscenaMiedoM()
    {
        SceneManager.LoadScene("MiedoM");
    }
    public void EscenaEnojadoM()
    {
        SceneManager.LoadScene("EnojadoM");
    }
    public void EscenaTrsiteza1M()
    {
        SceneManager.LoadScene("Tristeza1M");
    }
    public void EscenaConfundidoM()

```

```
{
    SceneManager.LoadScene("ConfundidoM");
}
public void EscenaAlegriaM()
{
    SceneManager.LoadScene("FelizM");
}
public void EscenaVolverM(string nombrevolveremO)
{
    SceneManager.LoadScene("EmpezarM");
}
}
```

ALGORITMO 2: ALGORITMO DE INTERACCIÓN ENTRE ESCENAS EN EL MODO NIVELES DE
JUEGO

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class levels : MonoBehaviour
{
    static public int NivelesDesbloqueados;
    public int NivelActual;
    public Button[] BotonesMenu;
    public GameObject TextoFlotantePrefab;
    public GameObject TextoFlotanteAcierto;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        if(SceneManager.GetActiveScene ().name == "Niveles")
        {
            ActualizarButton();
        }
    }

    public void EscenaAtras()
    {
        SceneManager.LoadScene("Niveles");
    }
    public void EscenaAtras1()
    {
        SceneManager.LoadScene("Opciones");
    }

    public void CambiarNivel(int Nivel)
    {
        if (Nivel == 0)
        {
            SceneManager.LoadScene("Niveles");
        }
        else
        {
            SceneManager.LoadScene("Nivel_" + Nivel);
        }
    }

    public void DesbloquearNivel()
    {
        if (NivelesDesbloqueados < NivelActual)
        {
            NivelesDesbloqueados = NivelActual;
            NivelActual++;
        }
        VolverAlMenu();
    }
    void VolverAlMenu()
```



```

    {
        CambiarNivel(0);
    }
    public void ActualizarButton()
    {
        for (int i = 0; i < NivelesDesbloqueados+1; i++)
        {
            BotonesMenu[i].interactable = true;
        }
    }
    public void OpcionCorrecta()
    {
        DesbloquearNivel();
        Mensaje();
    }

    public void Mensaje()
    {
        if (NivelesDesbloqueados < 6)
        {
            SceneManager.LoadScene("MensajeBien");
        }
        else if (NivelesDesbloqueados == 6 )
        {
            SceneManager.LoadScene("MensajeGano");
        }
    }

    public void MostrarTextoFlotanteError()
    {
        Destroy(GameObject.Find(TextoFlotantePrefab.name + "(Clone)"));
        GameObject texto = Instantiate(TextoFlotantePrefab);
        texto.transform.position = new
Vector3(this.gameObject.transform.position.x,
        this.gameObject.transform.position.y+80,
        this.gameObject.transform.position.z);
    }

    void MostrarTextoFlotanteAcierto()
    {
        Destroy(GameObject.Find(TextoFlotantePrefab.name + "(Clone)"));
        Destroy(GameObject.Find(TextoFlotanteAcierto.name + "(Clone)"));
        GameObject texto = Instantiate(TextoFlotanteAcierto);
        texto.transform.position = new
Vector3(this.gameObject.transform.position.x,
        this.gameObject.transform.position.y + 80,
        this.gameObject.transform.position.z);
    }
}

```

ALGORITMO 3: ALGORITMO IMPLEMENTADO PARA LOS TEXTOS FLOTANTES Y EL AUDIO
DE LOS BOTONES

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class TextoFlotante : MonoBehaviour
{
    public float TiempoDeVida = 2;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        TiempoDeVida -= Time.deltaTime;
        if(TiempoDeVida <= 0)
        {
            Destroy(this.gameObject);
        }
    }
}

public class soun : MonoBehaviour
{
    public AudioSource fuente;
    public AudioClip clip;
    // Start is called before the first frame update

    public void Reproducir()
    {
        fuente.enabled = false;
        fuente.enabled = true;
    }
}
```

APÉNDICE C: ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN POST INTERVENCIÓN

ENCUESTA 1: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN POST INVERSIÓN TERAPEUTA (TEA)



Encuesta sobre la percepción de terapeutas de niños y jóvenes con Trastorno del Espectro Autista, acerca del uso de una aplicación móvil basada en avatares para el entrenamiento emocional.

La siguiente encuesta tiene por objetivo determinar la percepción de los terapeutas de niños y jóvenes con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista (TEA), acerca del uso de una aplicación móvil que utiliza avatares diseñados a partir de técnicas de fotogrametría y pretende generar un entrenamiento emocional. La información obtenida de la presente encuesta será utilizada para adaptar procesos terapéuticos innovadores que utilizan avatares o personas virtuales para interactuar con los participantes.

Nombre del niño o niña: _____ Edad: _____ Genero:
Femenino [] Masculino []

1. ¿Cuál fue el avatar que eligió el niño en el inicio del juego?

Hombre [] Mujer []

2. ¿Cuál fue el nivel de interés del niño cuando se le presentó la aplicación móvil?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Normal
- d. Bajo
- e. Muy bajo

3. ¿Cuál fue el nivel de interés del niño hacia interactuar con la aplicación móvil?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Normal
- d. Bajo
- e. Muy bajo

4. **¿Cuál fue el nivel de complejidad mostrado por el niño al utilizar la aplicación?**
- a. Muy sencillo
 - b. Sencillo
 - c. Normal
 - d. Complejo
 - e. Muy complejo
5. **¿Cuál fue el nivel de reconocimiento de las emociones a partir de las expresiones faciales del avatar?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
6. **¿Cuál fue el nivel de realismo que usted considera que presentó el avatar?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
7. **Si es que en algún momento de la sesión el niño pudo sentirse incómodo con el avatar ¿Cuál fue el nivel de incomodidad mostrada?**
- a. Muy bajo
 - b. Bajo
 - c. Normal
 - d. Alto
 - e. Muy Alto
8. **¿En qué nivel considera usted que la utilización de la aplicación facilitó el proceso de reconocimiento emocional?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
9. **¿Cuál considera usted que fue la reacción del niño hacia la apariencia física de los avatares en la expresión de emociones?**
- a. Muy buena
 - b. Buena
 - c. Normal
 - d. Mala
 - e. Muy mala

- 10. ¿Cuánto tiempo le costó al niño reconocer las emociones en el modo reconocimiento del juego?**
- a. Demasiado tiempo
 - b. Mucho tiempo
 - c. Un tiempo normal
 - d. Poco tiempo
 - e. Muy poco tiempo
- 11. ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor dificultad?**
- a. Sorpresa
 - b. Miedo
 - c. Enojado
 - d. Tristeza
 - e. Confundido
 - f. alegría
- 12. ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor sencillez?**
- a. Sorpresa
 - b. Miedo
 - c. Enojado
 - d. Tristeza
 - e. Confundido
 - f. alegría
- 13. En comparación con otros recursos tradicionales, ¿qué opina de los avatares como soportes tecnológicos en el entrenamiento emocional?**
- a. Muy bueno
 - b. Bueno
 - c. Normal
 - d. Malo
 - e. Muy Malo
- 14. ¿Estaría de acuerdo en incorporar los avatares como herramientas terapéuticas para el desarrollo de sus intervenciones?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 15. ¿Estaría dispuesto a participar como modelo en el proceso de construcción de los personajes 3D para futuras aplicaciones?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo

- 16. ¿Estaría de acuerdo en incorporar avatares de familiares para el entrenamiento emocional de los niños?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 17. ¿Considera usted que utilizar avatares de personas conocidas de los niños mejoraría la efectividad del entrenador emocional?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 18. ¿Estaría de acuerdo en promover la utilización de esta aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en casa?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 19. Si pudiese mejorar un aspecto de la aplicación ¿Cuál elegiría?**
- a. Interfaz
 - b. Apariencia de los avatares
 - c. Expresividad
 - d. Más emociones
 - e. Diferentes modelos humanos

Muchas gracias por su ayuda.

ENCUESTA 2: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN POST INVERSIÓN OBSERVADOR



Encuesta sobre la percepción de observadores de niños y jóvenes, acerca del uso de una aplicación móvil basada en avatares para el entrenamiento emocional.

La siguiente encuesta tiene por objetivo determinar la percepción de los observadores de niños y jóvenes neurotípicos, acerca del uso de una aplicación móvil que utiliza avatares diseñados a partir de técnicas de fotogrametría y pretende generar un entrenamiento emocional. La información obtenida de la presente encuesta será utilizada para adaptar procesos terapéuticos innovadores que utilizan avatares o personas virtuales para interactuar con los participantes.

Nombre del niño o niña: _____ **Edad:** _____ **Genero:**
Femenino [] Masculino []

1. ¿Cuál fue el avatar que eligió el niño en el inicio del juego?

Hombre [] Mujer []

2. ¿Cuál fue el nivel de interés del niño cuando se le presentó la aplicación móvil?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Normal
- d. Bajo
- e. Muy bajo

3. ¿Cuál fue el nivel de interés del niño hacia interactuar con la aplicación móvil?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Normal
- d. Bajo
- e. Muy bajo

4. **¿Cuál fue el nivel de complejidad mostrado por el niño al utilizar la aplicación?**
- a. Muy sencillo
 - b. Sencillo
 - c. Normal
 - d. Complejo
 - e. Muy complejo
5. **¿Cuál fue el nivel de reconocimiento de las emociones a partir de las expresiones faciales del avatar?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
6. **¿Cuál fue el nivel de realismo que usted considera que presentó el avatar?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
7. **Si es que en algún momento de la sesión el niño pudo sentirse incómodo con el avatar ¿Cuál fue el nivel de incomodidad mostrada?**
- a. Muy bajo
 - b. Bajo
 - c. Normal
 - d. Alto
 - e. Muy Alto
8. **¿En qué nivel considera usted que la utilización de la aplicación facilitó el proceso de reconocimiento emocional?**
- a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Normal
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
9. **¿Cuál considera usted que fue la reacción del niño hacia la apariencia física de los avatares en la expresión de emociones?**
- a. Muy buena
 - b. Buena
 - c. Normal
 - d. Mala
 - e. Muy mala

- 10. ¿Cuánto tiempo le costó al niño reconocer las emociones en el modo reconocimiento del juego?**
- a. Demasiado tiempo
 - b. Mucho tiempo
 - c. Un tiempo normal
 - d. Poco tiempo
 - e. Muy poco tiempo
- 11. ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor dificultad?**
- a. Sorpresa
 - b. Miedo
 - c. Enojado
 - d. Tristeza
 - e. Confundido
 - f. alegría
- 12. ¿Cuál fue la emoción que el niño reconoció con mayor sencillez?**
- a. Sorpresa
 - b. Miedo
 - c. Enojado
 - d. Tristeza
 - e. Confundido
 - f. alegría
- 13. En comparación con otros recursos tradicionales, ¿qué opina de los avatares como soportes tecnológicos en el entrenamiento emocional?**
- a. Muy bueno
 - b. Bueno
 - c. Normal
 - d. Malo
 - e. Muy Malo
- 14. ¿Estaría de acuerdo en incorporar los avatares como herramientas terapéuticas para el desarrollo de sus intervenciones?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 15. ¿Estaría dispuesto a participar como modelo en el proceso de construcción de los personajes 3D para futuras aplicaciones?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo

- 16. ¿Estaría de acuerdo en incorporar avatares de familiares para el entrenamiento emocional de los niños?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 17. ¿Considera usted que utilizar avatares de personas conocidas de los niños mejoraría la efectividad del entrenador emocional?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 18. ¿Estaría de acuerdo en promover la utilización de esta aplicación como refuerzo del entrenamiento emocional en casa?**
- a. Completamente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Completamente en desacuerdo
- 19. Si pudiese mejorar un aspecto de la aplicación ¿Cuál elegiría?**
- a. Interfaz
 - b. Apariencia de los avatares
 - c. Expresividad
 - d. Más emociones
 - e. Diferentes modelos humanos

Muchas gracias por su ayuda.

APÉNDICE D: TABLA DE RESULTADOS DE DATOS TRANSFORMADOS

TABLA 1: TABLA DE RESULTADOS TRANSFORMADO GRUPO TD

GRUPO TD																
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA																
PREGUNTAS																
ENCUESTADOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	Suma
1	5	5	4	3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	68
2	4	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	3	5	5	5	69
3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	73
4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	67
5	5	5	5	4	4	5	4	3	4	5	5	3	5	5	5	67
6	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	72
7	5	5	5	2	2	5	4	3	4	5	5	4	5	5	5	64
8	4	5	5	3	4	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5	66
9	5	5	3	3	3	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	64
10	5	5	5	3	3	5	5	5	3	5	5	3	4	4	5	65
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	3	5	69
12	5	5	5	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	68
13	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	2	5	5	67
14	5	5	5	3	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	69
Varianza	0.35	0.12	0.3	1	0.7	0.07	0.24	0.7	0.7	0.1	0	0.5	1.09	0.53	0	
Media	4.71	4.86	4.7	3.8	3.8	4.93	4.57	4.4	4.1	4.9	5	4.1	4.36	4.57	5	
Moda	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	

TABLA 2: TABLA DE RESULTADOS TRANSFORMADO GRUPO ASD

GRUPO ASD																
ESCALA DE LIKERT - RESPUESTAS DE ENCUESTA																
PREGUNTAS																
ENCUESTADOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	Suma
1	4	4	3	2	3	4	2	3	3	4	5	4	4	4	4	53
2	4	4	2	3	3	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	58
3	5	5	5	4	3	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	64
4	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4	5	4	4	4	4	66
5	3	3	5	2	4	5	3	4	3	5	5	4	5	4	4	59
6	4	3	4	2	3	5	4	3	3	5	5	4	4	4	4	57
7	5	5	3	3	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
8	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	70
9	4	4	4	3	5	5	4	5	2	5	5	5	4	4	3	62
10	3	4	4	4	5	5	5	4	3	5	5	5	4	3	4	63
11	3	3	4	4	4	5	4	4	3	5	5	5	5	4	4	62
12	4	4	3	3	3	3	4	4	3	5	5	5	5	5	5	61
13	4	3	5	3	3	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	64
15	3	2	2	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	5	56
17	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5	5	5	5	5	4	63
Varianza	0.53	0.78	1	0.7	0.7	0.92	0.46	0.3	0.5	0.2	0.1	0.2	0.25	0.29	0.25	
Media	4	3.87	3.9	3.3	3.7	4.47	3.73	3.9	3.5	4.7	4.9	4.5	4.47	4.2	4.13	
Moda	4	4	5	3	3	5	4	4	3	5	5	5	4	4	4	